Investigaciones Zoológicas Chilenas

PUBLICACION DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES ZOOLOGICAS
DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE



Volumen dedicado al
Primer Congreso Sudamericano de Zoología

Inv. Zool. Chilenas | Volumen VI | 15 - Julio - 1960

SANTIAGO DE CHILE

Investigaciones Zoológicas Chilenas

PUBLICACIÓN DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES ZOOLÓGICAS

DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE



Volumen dedicado al
Primer Congreso Sudamericano de Zoología

Inv. Zool. Chilenas **Volumen VI** **15 - Julio - 1960**

SANTIAGO DE CHILE

CENTRO DE INVESTIGACIONES ZOOLOGICAS

1960

PERSONAL ADMINISTRATIVO:

Director: Guillermo Mann
Secretaria: Rina Lanchini
Bibliotecaria: María Freddy

PERSONAL CIENTIFICO:

Anatomía Biológica:
Guillermo Mann

Animales Ponzoñosos:
Hildegard Zapfe

Ecología:
Wolfram Noodt, Roberto Donoso, Francisco Sáiz

Entomología:
Guillermo Kuschel, Walter Hofmann

Evolución:
Luis Capurro, Francisco Silva, Luis Ordoñez

Hidrobiología:
Nibaldo Bahamonde, Fernando de Buen, María T. López, José Araya

Neurobiología:
Hendel Mendoza, Roberto Gallardo

Protozoología:
Waldo Lazo, Rodio Guzman

Zoofisiología: Mario Rosenmann

PERSONAL TECNICO:

Electrónica
Agustín Emaldia

Fotografía:
Dagoberto Escárate, Humberto Jofré

Histología:
Rafael Valderrama, Alberto Ide

Publicaciones e Imprenta:
Serena Pfeil, Luis E. Lamperein

SUMARIO

Los trabajos publicados en este volumen representan la contribución del Centro de Investigaciones Zoológicas al Primer Congreso Sudamericano de Zoología

EFECTOS DE LA D-L-TRIYODOTIRONINA EN EL DESARROLLO DE RENACUAJOS RECIEN ECLOSIONADOS DE PLEURODEMA BIBRONI.

(NOTA PRELIMINAR)

POR

LUIS F. CAPURRO S.

Centro de Investigaciones Zoológicas de la Universidad de Chile.

Ha sido demostrado que la d-l-triyodotironina es un compuesto que tiene una actividad semejante a la de la hormona tiroídea la que se evidencia entre otras cosas en la capacidad de prevenir el mixedema en los seres humanos (Gross y al., 1952).

Shellabarger y Godwin en 1954 investigaron la capacidad de la d-l-triyodotironina de acelerar la metamorfosis de renacuajos de *Rana clamitans* de aproximadamente 25 mms. de largo, encontrando que la inmersión en agua que contenga 10 microgramos de d-l-triyodotironina por cada 500 cc. por espacio de 10 días determina una disminución en el largo del cuerpo, lo que ellos consideran como una evidencia que este compuesto acelera la metamorfosis.

Nosotros hemos querido estudiar el efecto de la d-l-triyodotironina en embriones de *Pleurodema bibroni* recién eclosionados y en concentraciones más elevadas.

Materiales y método.

Usamos en nuestros experimentos 20 embriones de *Pleurodema bibroni* eclosionados en las últimas 24 horas y provenientes de una puesta o cluster común con el objeto de disponer de un material de mayor uniformidad genética. Se colocaron 10 embriones en una cristalizadora pyrex que contenía 500 cc. de agua potable para ser usados como controles y otros 10 embriones fueron puestos en otra cristalizadora que contenía 500 cc. de agua potable a la que se agregó 1,1 cc. de una solución de d-l-triyodotironina obtenida disolviendo:

d-l-triyodotironina	10 mgrs.
Sol/aq. de NaOH al 0.8%	10 cc.
Agua destilada	100 cc.

En esta forma en 1,1 cc. de la solución había 100 microgramos de d-l-triyodotironina.

El contenido de ambas cristalizadoras era cambiado, en un comienzo, cada 48 horas y dos horas después de hecho el cambio se agregaba algas verdes como alimento de los embriones. Al cumplirse 10 días de tratamiento se aumentó la dosis de d-l-triyodotironina al doble o sea, se agregó 2,2 cc. por cada 500 cc. de agua potable, lo que significaba aumentar la dosis de d-l-triyodotironina a 200 microgramos por 500 cc. de agua ambiente. A los 17 días de iniciado el experimento comenzó a cambiarse la solución cada 24 horas y al cabo de 32 días se dió éste por finalizado.

Resultados y discusión.

Durante las primeras 48 horas la mayor parte de las larvas tratadas se muestran muy choqueadas, muy poco móviles y muere una de ellas. A las 48 horas siguientes se ven ya más recuperadas aunque la movilidad sigue aún reducida, sin embargo, muere otra larva.

A los 6 días de iniciado el experimento se puede apreciar ya una notable diferencia de tamaño con respecto a las larvas controles y, al mismo tiempo, se observa que la movilidad de las larvas tratadas es menor, sin embargo, ya no hay signos de shock.

Las larvas soportan en buenas condiciones el aumento al doble de la dosis de d-l-triyodotironina al cabo de 10 días de iniciado el experimento pero dentro de las 48 horas siguientes a la iniciación del cambio diario, vale decir, al día décimo octavo y décimo noveno mueren cinco larvas. Las 3 sobrevivientes siguen viviendo en buenas condiciones y mostrando una reacción semejante frente a la substancia sometida a test. Desgraciadamente, al cumplirse el treintavo día muere una de ellas por un accidente casual, llegando así sólo dos larvas al final del experimento (día 32º).

Las mediciones hechas en las larvas tratadas que sobrevivieron muestran que el tamaño fluctuaba entre los 8,5 y los 10 milímetros, en cambio, las mediciones hechas en las 10 larvas controles muestran tamaños que fluctuaban entre los 23 y los 25 milímetros. En la fotografía adjunta se puede ver el tamaño de las dos larvas sobrevivientes y de dos larvas controles que representan el tamaño mayor y menor del grupo.

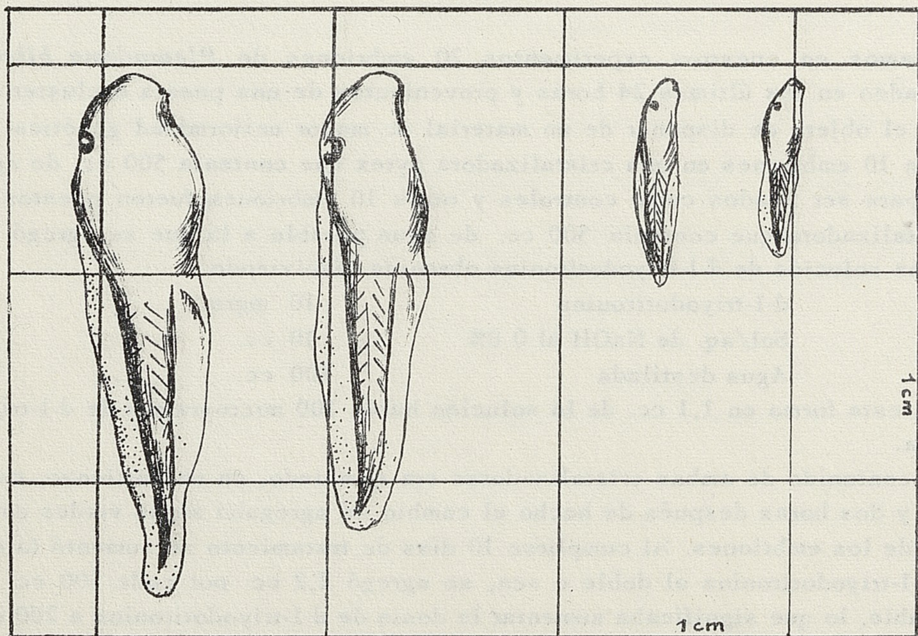


Figura 1. Efectos de la d-l-triyodotironina sobre larvas de *Pleurodema bibroni* recién eclosionadas.
derecha: larvas tratadas.
izquierda: larvas controles.

Aparte de las diferencias de tamaño entre las larvas tratadas y las larvas controles es necesario destacar las variaciones producidas en la proporción entre el largo del cuerpo y el largo de la cola en ambos grupos de larvas. En efecto, mientras en las tratadas la proporción cuerpo/cola fluctúa entre 4,5 : 4 y 4,5 : 5, en las controles varía entre 10 : 15 y 8,5 : 13,5; es decir, en las larvas controles la cola presenta un desarrollo más o menos 1,5 veces el largo del cuerpo, en cambio en las larvas tratadas es prácticamente del mismo largo.

Los resultados logrados en esta primera serie experimental dejan en claro:

1.- Es posible someter larvas de *Pleurodema bibroni* recién eclosionadas a la acción de soluciones de d-l-triyodotironina que contienen hasta 200 microgramos por cada 500 cc. de agua ambiente con posibilidades de sobrevida. Hemos usado dosis 10 veces más altas que las usadas por Shellabarger y Godwin durante los 10 primeros días y 20 veces más elevadas en los días siguientes.

2.- Las larvas soportan mejor estas altas concentraciones cuando se aplican a intervalos de 48 horas. Cuando se aplicaron dosis de 200 microgramos cada 24 horas se alcanzó una gran mortalidad lo que estaría indicando que estamos en la concentración límite letal para embriones de pocos días de la especie mencionada.

3.- Los resultados logrados, aúnque no de valor estadístico, son muy claros en cuanto a la disminución del tamaño total y a las modificaciones de la proporción cuerpo / cola que ponen en evidencia la involución de esta última estructura.

Summary

D-L-triiodothyronine (100 and 200 microgrs. per 500 cc.) were effective in shortening *Pleurodema bibroni* larvaes body-length eclosioned during last 24 hrs., when tadpoles were inmersed in this compound for 32 days.

Referencias bibliográficas

GROSS, J., R. PITT-RIVERS y W. R. TROTTER
1952. Lancet, 1:1044.
SHELLABARGER C. J. y J. T. GODWIN
1954. Endocrinology, 54:230 - 232.

UN NUEVO ARCHAEIDAE: *MECYSMAUCHENIUS GERTSCHI N. SP.*

POR

HILDEGARD ZAPFE

Centro de Investigaciones Zoológicas de la Universidad de Chile

Hembra holotipo.- Longitud total: 6,85 mm. Cefalotórax: largo 3,18 mm, en su parte más ancha; alto 1,78 mm, en su parte más alta. Abdómen: largo 3,43 mm; ancho 2,14 mm, en su parte más ancha; alto 2,14 mm, en su parte más alta. Patas: I, IV, III y II. (Fig. 1).

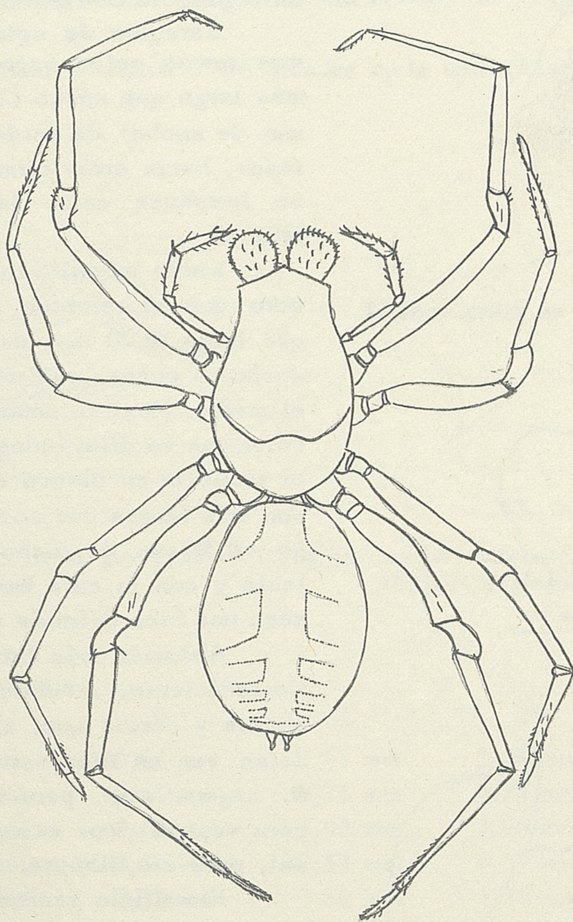


Fig. 1.- *Mecysmauchenius gertschi* (hembra).

Cefalotórax ovalado, más largo que ancho. La parte cefálica, convexa hacia su extremo posterior, es más larga que la parte torácica. Hacia adelante terminaen quilla puntiaguda y hacia atrás es redondeado. Tiene pocos pelos negros y cortos dispuestos en filas. El color que presenta, fijado en alcohol, es un castaño-rojizo. Los seis ojos dibujan una línea recurvada. Los ojos laterales están contiguos en cada lado y colocados en el borde del cefalotórax, los medianos están separados y guardan entre sí casi la misma distancia que los separa de los laterales. (Fig.2).

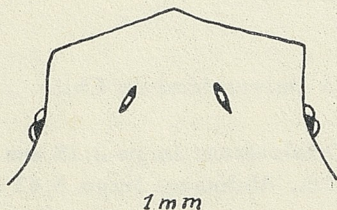


Fig.2.-Zona ocular

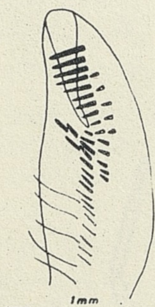


Fig.3.-Quelícero en vista ventral

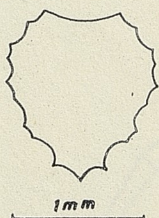


Fig.4.- Esternón

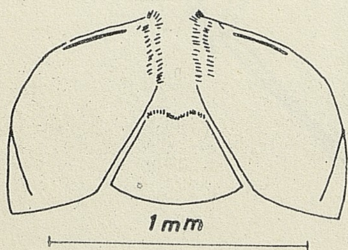


Fig.5.- Labio y láminas maxilares

Los quelíceros son de color castaño-rojizo, muy largos, acinturados en su base, con una uña corta y encorvada y con numerosísimos dientes poderosos, ya cortos, ya largos, dispuestos, en forma un tanto desordenada, en tres filas y entremezclados con pelos firmes; en su cara ínfero-externa llevan un órgano de estridulación. (Fig.3).

Esternón de color amarillo-rojizo con muy pocos pelos negros y cortos, un poco más largo que ancho (1,36 mm. de largo y 1 mm. de ancho), de bordes más oscuros y dentados, hacia atrás termina en una punta que se introduce entre las coxas posteriores (Fig.4).

Labio amarillo-rojizo un tanto más oscuro que el esternón, es un poco más ancho que largo (0,40 mm. de largo y 0,52 mm. de ancho) y cuenta con una leve escotadura en el medio. Maxilas amarillo-rojizo en la base color que va diluyéndose hacia el ápice hasta terminar en blanco en el extremo interno, son más largas que anchas (0,83 mm. de largo y 0,59 mm. de ancho), inclinadas sobre el labio y con la cara externa redondeada; poseen una bien definida sérrula. (Fig.5).

Abdomen más largo que ancho, amarillo-ceniciento, recubierto de escasos pelos negros y cortos que, al retirarlos raspando, dejan ver un dibujo rosado parecido al de *M. segmentatus*, pero mucho más tenue; la cara ventral tiene el mismo color de la dorsal, pero sin dibujos.

El orificio genital está en línea más o menos recta con los orificios respiratorios; por su parte anterior está circundado por una amplia placa quitinosa de color amarillo-rojizo.

Patas de color rojizo, siendo los fémures los más oscuros, carecen de espinas y poseen muy pocos pelos: sólo los tarsos y

Mecysmauchenius gertschi

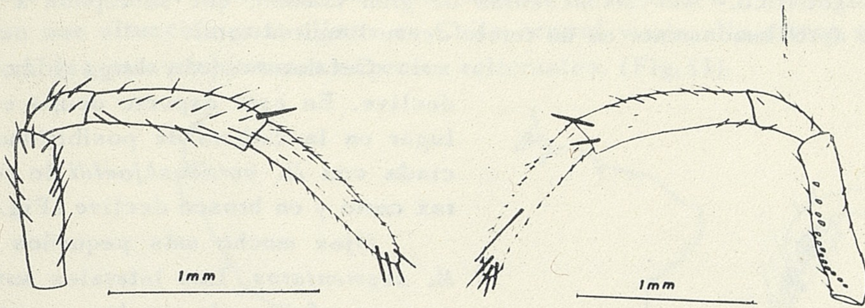


Fig. 6.- Pata maxilar de la hembra de *M. gertschi*
A la izquierda la cara ventral, a la derecha la dorsal

metatarsos posteriores cuentan, en su cara ventral, con firmes pelos espiniformes

El palpo, amarillento, carece de uña y tiene espinas en el tarso y en la tibia; en la cara dorsal del femur se observa una corrida de 12 granulaciones espiniformes, (Fig.6).

Las uñas superiores tienen 5 ó 6 dientes cada una. (Fig.7).

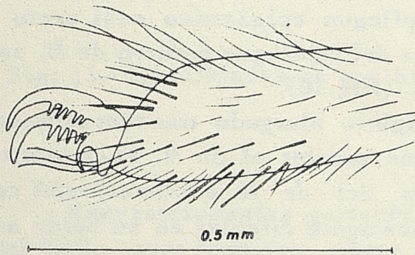


Fig. 7.- Uñas tarsales de *M. gertschi*

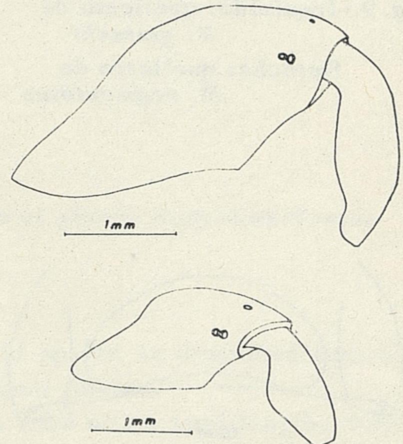


Fig. 8.- Arriba: cefalotórax de *M. gertschi*
Abajo: Cefalotórax de *M. segmentatus*

	I	II	III	IV	Palpo
coxa	0,82 mm	0,64 mm	0,53 mm	0,78 mm	———
trocánter	0,17 mm	0,17 mm	0,21 mm	0,17 mm	———
fémur	2,46 mm	1,64 mm	1,82 mm	1,96 mm	1,00 mm
patela	0,60 mm	0,64 mm	0,53 mm	0,57 mm	0,40 mm
tibia	1,78 mm	1,35 mm	1,60 mm	1,78 mm	0,95 mm
metatarso	1,85 mm	1,17 mm	1,25 mm	2,28 mm	———
tarso	0,53 mm	0,64 mm	0,57 mm	0,64 mm	1,02 mm
	8,25 mm	6,28 mm	6,53 mm	8,21 mm	3,37 mm

Diagnóstico.- *Mecysmauchenius* de gran tamaño, que sobrepasa a *M. segmentatus* aproximadamente en un tercio de su longitud total.

Cefalotorax muy largo y de escaso declive. En este aspecto ocupa el tercer lugar en la cadena de posibilidades iniciada con *M. nordenskjoeldi* de cefalotórax corto y en brusco declive (Fig.8).

Ojos mucho más pequeños que en *M. segmentatus*. Los laterales anteriores un poco más grande que los posteriores.

Quelíceros más largos, en relación al cefalotórax, que en *M. segmentatus* y de uña corta y curva, diferente a la uña larga y menos curva de *M. segmentatus*. Dientes del quelícero más fuertes que los de *M. segmentatus* recordando los de *M. nordenskjoeldi*. (Fig.9).

Dibujo del abdomen apenas reconocible en los adultos. Las crias presentan las mismas rayas oblicuas de *M. segmentatus*.

Repliegue epigástrico casi recto a diferencia del repliegue recurvo de *M. segmentatus*. (Fig.10).

Epiginio alargado transversalmente y de forma similar al de *M. segmentatus* diferiendo del de *M. nordenskjoeldi* característicamente circular en su borde anterior.

Con una hilera de más o menos 12 granulaciones espiniformes sobre la cara dorsal del fémur de la pata maxilar de la hembra, a diferencia de *M. segmentatus* que carece de dichas granulaciones.

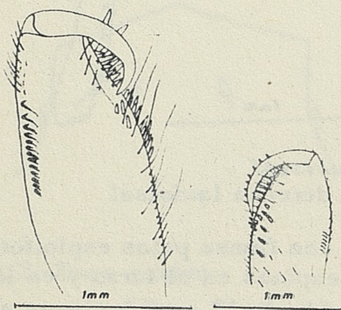


Fig. 9.- Izquierda: quelícero de *M. gertschi*
Derecha: quelícero de *M. segmentatus*

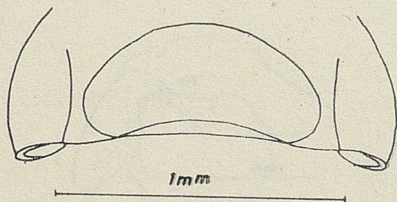


Fig. 10.- Epiginio de *M. gertschi*

Terra typica: Maipú (Provincia de Santiago). 33º 30' de latitud sur y 70º 45' de longitud oeste.

Dedicamos esta especie al Dr. Willis J. Gertsch como un homenaje por sus valiosos aportes a la aracnología.

La familia Archaeidae, con formas fosilisadas del Báltico y Alemania, lleva actualmente una existencia relicta en el hemisferio sur, donde está representada por los géneros *Archaea* y *Mecysmauchenius*. El primero se encuentra en el sur de Australia, en Madagascar y en el extremo sur de Africa. El segundo existe en Sudamérica, colectado hasta ahora entre Tierra del Fuego y el paralelo 41º de latitud sur y en la Isla Más a Tierra (Islas Juan Fernández). La especie aquí descrita fue capturada por el Dr. Wolfram Noodt, en el fundo La Rinconada de Maipú,

en las vecindades de Santiago, habitando ambientes boscosos y húmedos que representan una situación post-climax en Chile central y con ello ofrece condiciones favorables para alojar estas especies relictuales. (Fig. 11).

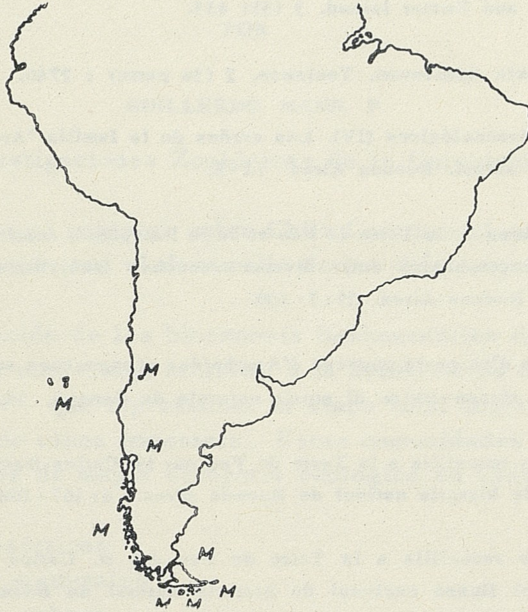


Fig. 11.- Localidades en que ha sido capturado el género *Mecysmauchenius*

Summary

Mecysmauchenius gertschi, a new Archaeid spider, is described from Central Chile, near Santiago, where it lives in relictual forests.

This spider surpasses *M. segmentatus* in a third of its total length. Cephalotorax very long and not as steep as in *M. segmentatus* or *M. nordenskjoeldi*. Eyes much smaller than in *M. nordenskjoeldi*; the anterior laterals larger than the posteriors.

Chelicerae longer, in relation to the cephalotorax, than in *M. segmentatus* and with a short and curved claw which differs notably from the long claw of *M. segmentatus*. Teeth of the chelicerae stronger than in *M. segmentatus*, similar to those of *M. nordenskjoeldi*.

Abdomen with scarcely visible markings in the adults, but strongly marked in inmatures, which resembly therefore *M. segmentatus*.

Epigastric furrow not curved as in *M. segmentatus*. Epigynium as in *M. segmentatus*, without the circular anterior border that is found in *M. nordenskjoeldi*.

A row of 12 spiniform granulae on the dorsal aspect of the femurs on the pedipalps of the female, marks a clear cut difference to *M. segmentatus* where they do not appear.

Referencias bibliográficas

BERLAND, L.

1924. Araignées de l'ile de Paques et des iles Juan Fernández. The Natural History of Juan Fernández and Easter Island. 3 (3): 433.

BONNET, P.

1957. Bibliographia Araneorum. Toulouse. 2 (3a parte) : 2746.

CANALS, J.

1934. Estudios Aracnológicos (IV). Las arañas de la familia "Archaeidae" y su distribución geográfica actual. Buenos Aires : 1 - 8.

MERIAN, P.

1913. Les Araignées de la Terre de Feu et de la Patagonie, comme point de départ de comparaisons géographiques entre diverses couches faunistiques. Revista del Museo de La Plata. Buenos Aires. 29 : 7 - 100.

SIMON, E.

1883. Description d'un genre nouveau d'Arachnides et remarques sur la famille des Archaeidae Annali del Museo civico di storia naturale de Genova. 20 : 182 - 187.

SIMON, E.

1895. Arachnides recueillis a la Terre de Feu par M. Carlos Backhausen. Anales del Museo nacional de historia natural de Buenos Aires. 4 : 167 - 168.

SIMON, E.

1896. Arachnides recueillis a la Terre de Feu par M. Carlos Backhausen (2º mémoire). Anales del Museo nacional de historia natural de Buenos Aites. 5 : 141.

SIMON, E.

1902. Arachnoiden, excl. Acariden und Gonyleptiden. in Ergebnisse de Hamburger Magalhaensischen Sammelreise. Hamburg. 6 (4) : 27.

SIMON, E.

1904. Etude sur les Arachnides du Chili recueillis en 1900, 1901 et 1902 par MM. C. E. Porter Dr. F. Delfin, B. Wilson et A. Edwards. Revi sta Chilena de Historia Natural. 8 : 58.

TULLGREN, A.

1901. Contribution to the knowledge of the spider fauna of the Magellan Territories. Svenska Expeditionen till Magellanslanderna. 2 (10) : 222 - 259.

REGIONES BIOGEOGRAFICAS DE CHILE

POR

GUILLERMO MANN F.

Centro de Investigaciones Zoológicas de la Universidad de Chile

La vida silvestre se organiza sobre Chile Continental en unidades que guardan una nítida correlación con el desarrollo de los diferentes tipos climáticos en este territorio.

Una sistematización de las biocenosis fundamentales debe recurrir en consecuencia, para lograr una visión realista, a la delimitación de las comunidades-maduradas- los *climax* - que representan la etapa final lograda por la evolución bajo las condiciones de clima imperante. Estas comunidades climax definen, por su parte, a 6 entidades de mayor categoría ecológica en Chile y que son las siguientes:

Comunidades desérticas
Comunidades de matorrales
Comunidades de sabana
Comunidades de selvas
Comunidades de estepas
Comunidades cordilleranas

En respuesta a situaciones edáficas, de terreno, más o menos localizadas, se jalonan luego alrededor de las comunidades *climax*, situaciones ecológicas determinadas por menor disponibilidad de agua - los *preclimax*, o por mayor abundancia de agua - los *postclimax*.

En lo que sigue presentamos una visión sucinta de estos grandes conjuntos ecológicos en Chile.

Comunidades desérticas

Entre las latitudes 18º S- a 27º S se extiende en Chile el dominio de comunidades desérticas. La topografía del sustrato contempla importantes elementos ordenados longitudinalmente de Norte a Sur y que corresponden desde el litoral hacia las cordilleras a los siguientes:

1º.- Plataforma litoral muy escueta y aún, por lo general, ausente.

2º.- Acantilado costero de muros perpendiculares elevados en mil y dos mil metros.

3º.- Cordillera de la Costa de suaves perfiles, cuyos cerros circunscriben bolsones endorreicos.

4º.- Meseta desértica, desarrollada a alrededor de 1.100 mtr. de altura.

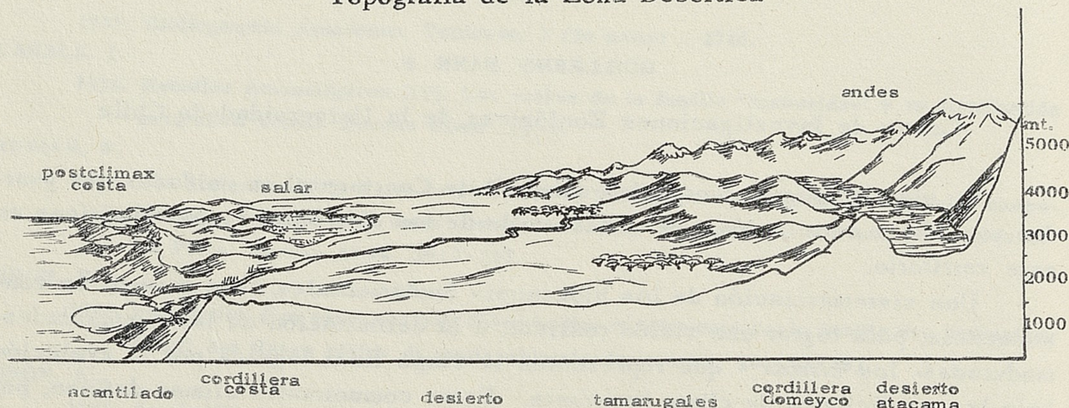
5º.- Lomajes de pedregullo, en que se inicia la ladera occidental de los Andes.

6º.- En los sectores australes de esta área se eleva un cordón cordillerano (la cordillera de Domeyko) antepuesto al muro andino. Entre ambos sis-

temas montañosos se excava la amplia falla tectónica del "Desierto de Atacama".

7º.- Siete ríos profundos barrenan su cauce de Oriente a Occidente por el desierto de Chile, subdividiéndolo en las "pampas" correspondientes.

Topografía de la Zona Desértica



El clima se caracteriza por las siguientes condiciones de gran significado biológico:

1º.- Elevada temperatura diurna (hasta 45º C.)

2º.- Amplias diferencias entre la temperatura diurna y nocturna (hasta 50º C)

3º.- Precipitación mínima (generalmente no mensurable)

4º.- Presencia localizada de neblinas mojadoras (camanchaca)

Entre las comunidades desérticas se reconocen las siguientes entidades más importantes:

1º.- Climax de desierto

Sobre regiones más favorecidas del desierto en el valle longitudinal se instalan pequeñas islas de la Bromeliacea *Tillandsia*, que representan un verdadero climax, cuyo desarrollo se alcanza ampliamente en territorio peruano, para casi desaparecer en Chile, en función de la considerable altura a que se desarrolla aquí el desierto. El reptil *Phrynosaura reichei* y un pobre conjunto de artrópodos, entre los que resalta una araña del género *Sicarius*, integran la comunidad climax.

2º.- Preclimax

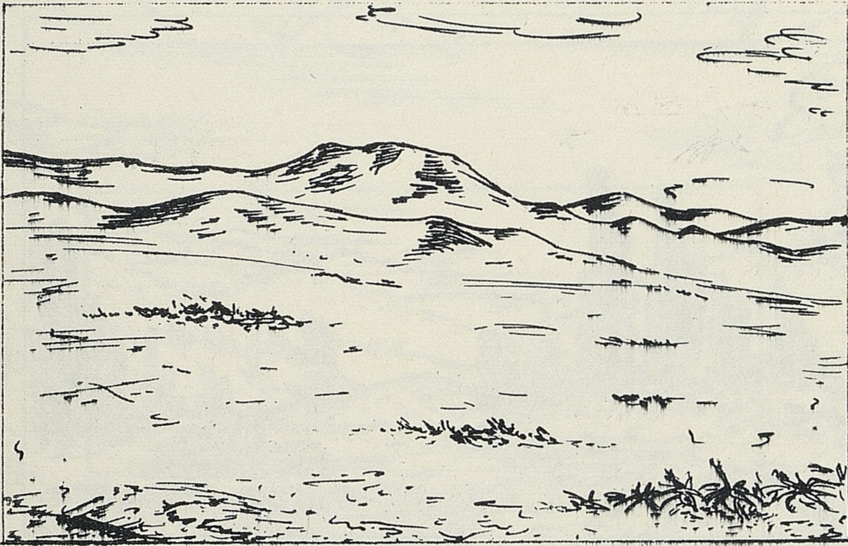
La mayor parte de los superdesiertos chilenos corresponden a esta situación ecológica que se agudiza en los salares, donde suele faltar toda vida.

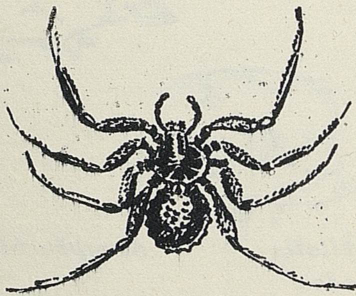
3º.- Postclimax climático

a.- Postclimax climático de la costa

Las neblinas, condensadas a alrededor de mil metros de altura, por enfriamiento adiabático al ascenso de los vientos en el acantilado costero, ofrecen las bases climáticas para una comunidad vital bien diferenciada. *Baccharis petiolata, Lycium chañar, Bahia ambrosioides, Cereus coquimbanus* y *Eulichnia spinibarbis* caracterizan aquí la flora. Entre los animales de este postclimax son de señalar: *Callosoma sp., Tropidurus peruvianus, Volatinia jacarina, Marmosa elegans, Phyllotis darwini rupestris, Akodon olivaceus, Amorphochilus schnablii* y *Lama guanicoe.*

Climax de Desierto



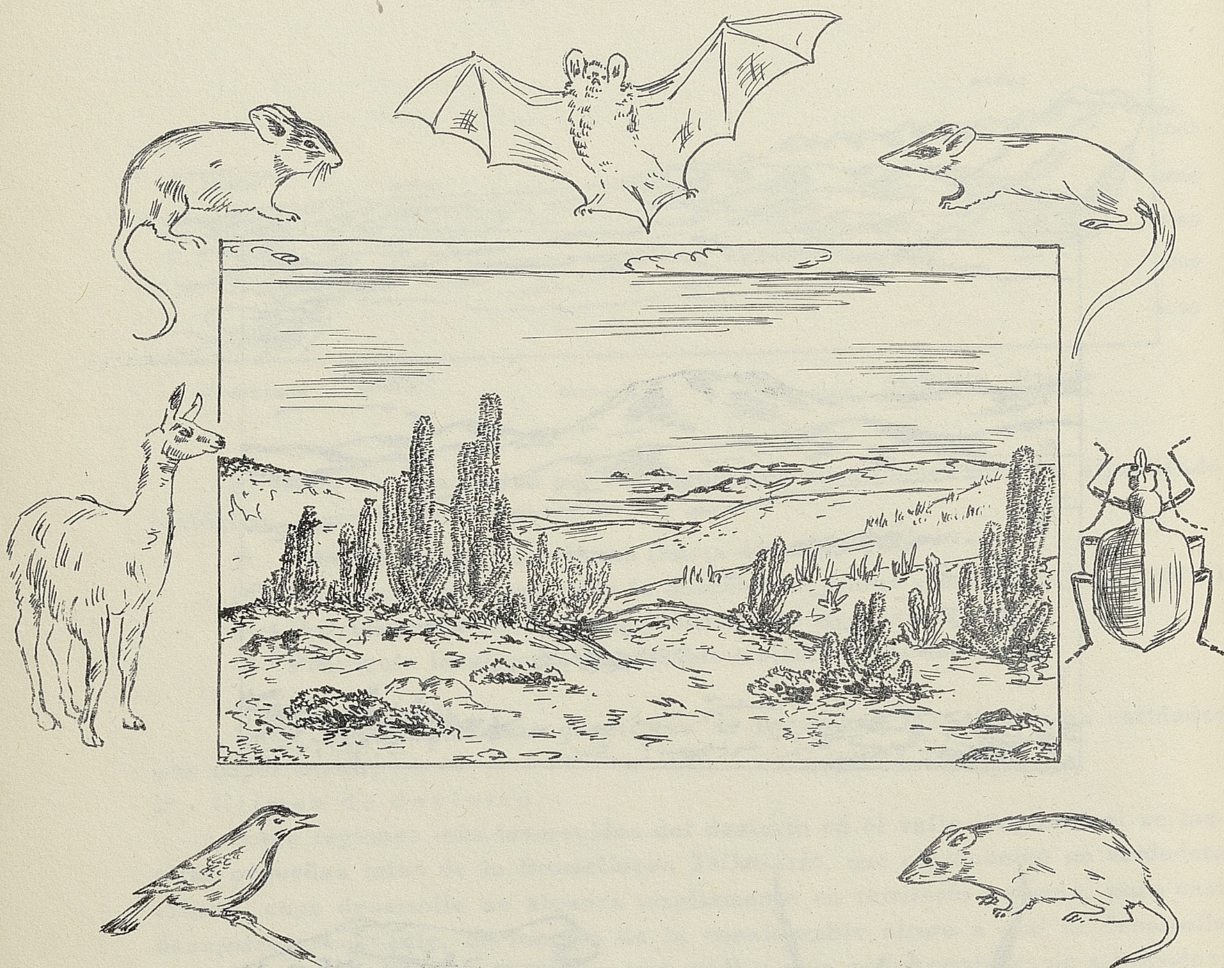


Sicarius



Phrynosaura

Postclimax Climático de Camanchacas del Desierto

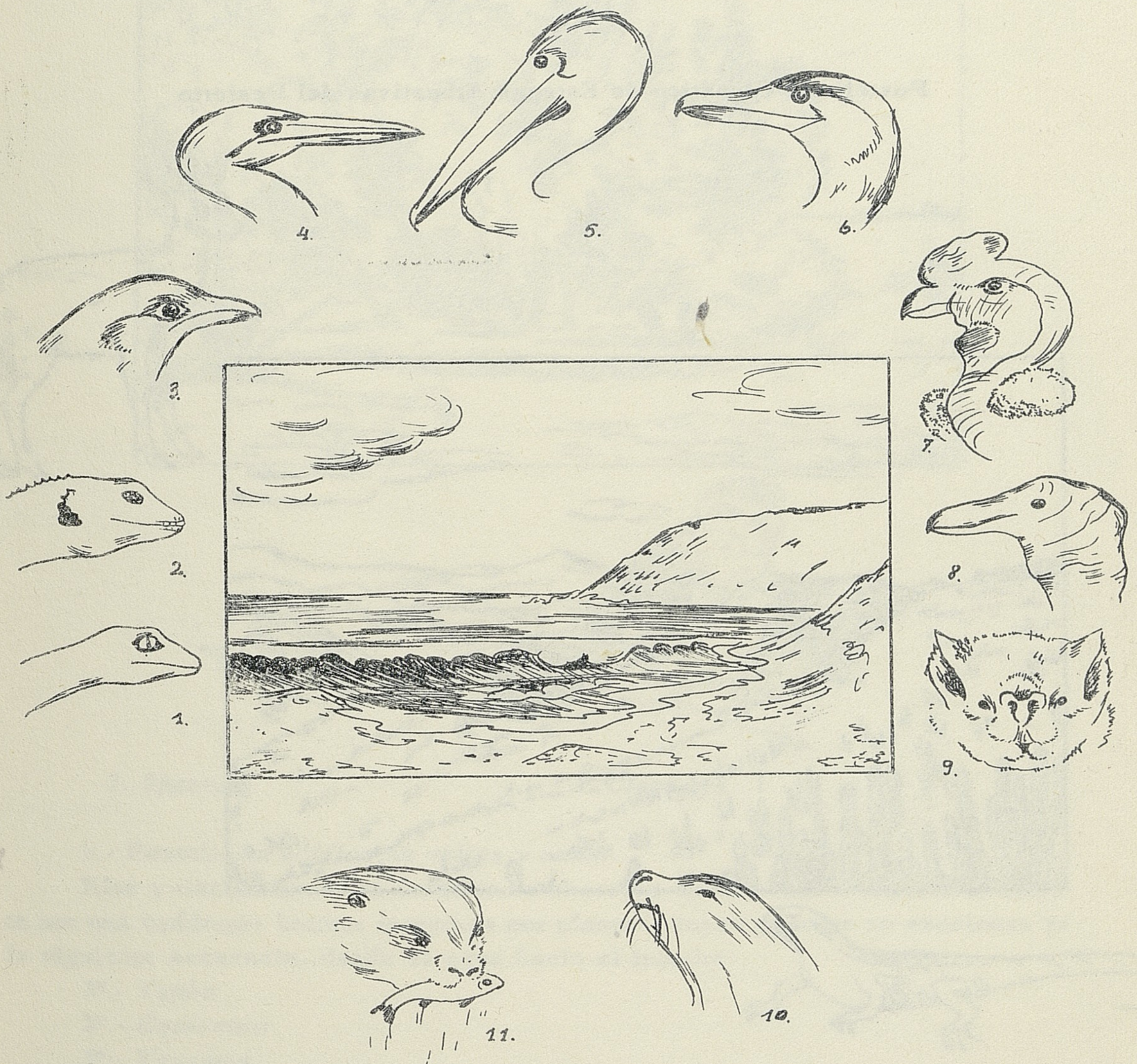


1. Volatinia   *2. Lama*   *3. Phyllotis*   *4. Amorphochilus*
5. Marmosa   *6. Callosoma*   *7. Akodon*

La composición de este conjunto sugiere relaciones con las "Lomas" del Perú y a la vez con las comunidades de Sabana de Chile Central.

Esta comunidad contrasta con la de la Costa a nivel del mar, que comprende especies marinas como las aves guaneras (*Pelecanus thagus, Phalacrocorax gainardii, Sula variegata*) y el lobo de mar *Otaria jubata*, que descansan en tierra y especies predatoras que se alimentan sobre las primeras (*Desmodus rotundus, Sarcoramphus gryphus, Coragyps atratus*).

Postclimax Climático del Litoral Desértico

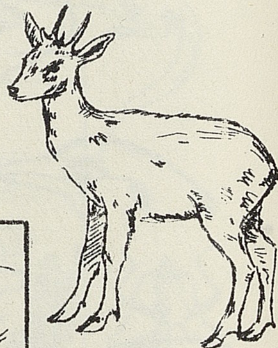


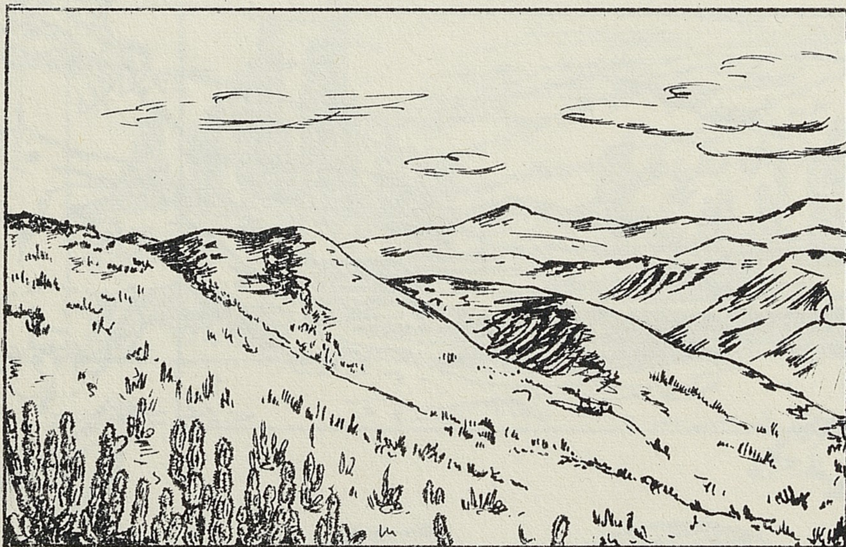
1. *Phyllodactylus* 2. *Tropidurus* 3. *Muscisaxicola* 4. *Sula*
5. *Pelecarus* 6. *Phalacrocorax* 7. *Sarcoramphus* 8. *Coragyps*
9. *Desmodus* 10. *Otaria* 11. *Lutra*

b.- Postclimax climático de estepas arbustivas

En la base occidental de los Andes desérticos entre 1.600 y 2.500 metros de altura, aparece una franja verde al influjo de mayor disponibilidad de agua, por precipitaciones. *Cereus candelaris, Cereus atacamensis, Polyachyrus tarapacanus, Flourencia gayana,* entre las plantas, *Ctenoblepharis jamesi* así como *Hippocamelus bisiculus antisiensis,* como representantes animales permiten caracterizar a esta comunidad.

Postclimax Climático de Estepas Arbustivas del Desierto







1. *Ctenoblepharis* 2. *Hippocamelus*

4º.- Postclimax edáficos

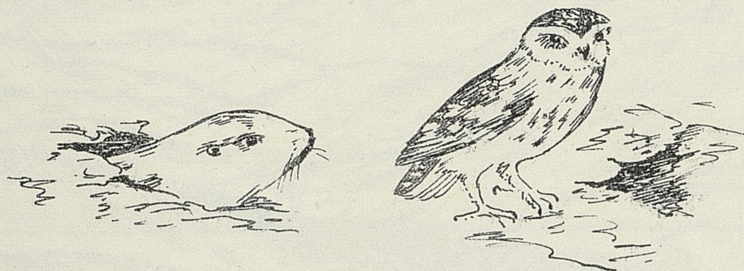
a.- Postclimax edáfico de los tamarugales

Los inmensos bosques de *Prosopis tamarugo*, cuyas raíces alcanzan al agua subterránea y que cubrían todavía en el siglo XVIII los rebordes orientales del desierto, entre las latitudes 20º y 22, 5º S, han sido talados en su casi totalidad.

Allí donde aún se conservan sus umbrosas espesuras aparece también como animal muy característico *Ctenomys robustus robustus*, acompañado por la lechuza cavadora *Speotyto cunicularia*, el pequén.

Postclimax Edáfico de los Tamarugales





1. *Speotyto* 2. *Ctenomys*

b.- Postclimax edáfico de valles y oasis

Ríos y riachuelos en el desierto se observan franqueados característicamente por una cuádruple barrera integrada por plantas, cuyos géneros se escalonan en la siguiente secuencia, desde el agua hacia el interior:

1º.- *Typha*

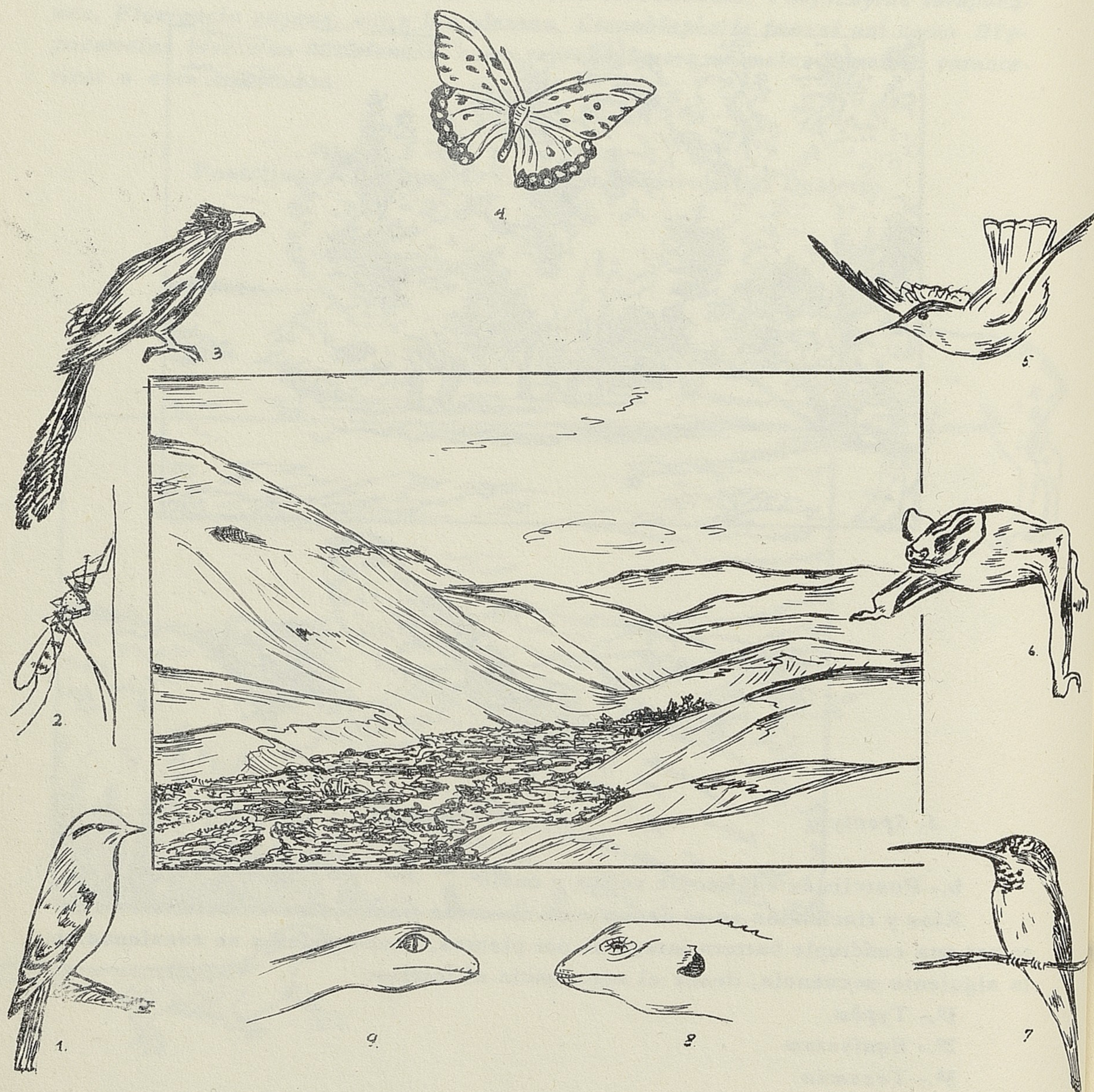
2º.- *Equisetum*

3º.- *Tessaria*

4º.- *Baccharis*

Schinus molle y *Prosopis juliflora* suelen aparecer en ejemplares aislados. La fauna, con pronunciado carácter termófilo incluye *Anopheles pseudopunctipennis, Dione vanillae, Tropidurus peruvianus tigris, Phyllodactylus gerrophygus, Myrtis yarrelli, Crotophaga sulcirostris, Rhodopis vesper, Pyrrocephalus rubinus, Mormopterus kalinowskii.*

Postclimax Edáfico de Valles y Oasis del Desierto



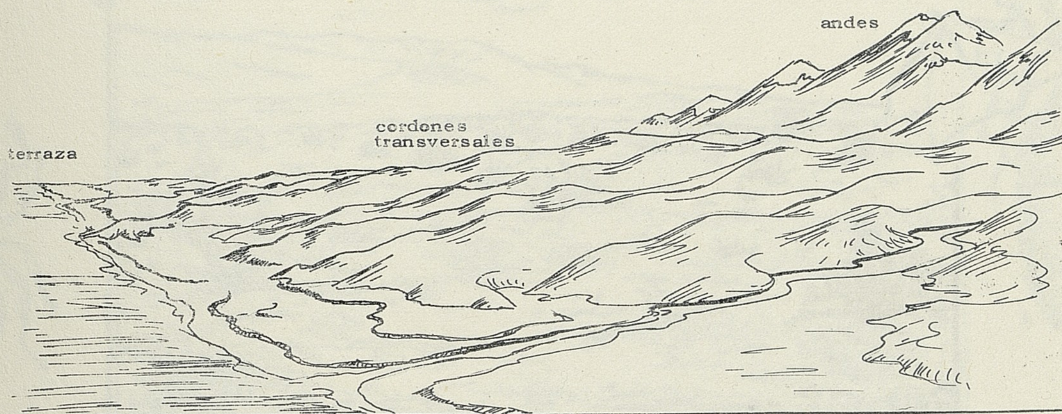
1. *Pyrrocephalus* 2. *Anopheles* 3. *Crotophaga*
4. *Dione* 5. *Myrtis* 6. *Mormopterus*
7. *Rhodopis* 8. *Tropidurus* 9. *Phyllodactylus*

Comunidades de Matorral

Comunidades organizadas bajo el aspecto de matorrales como unidad ecológica más aparente se instalan en Chile entre las latitudes 27º y 30º S y desde costa a reborde cordillerano.

Topográficamente dominan hacia el litoral anchas terrazas de abrasión y hacia el interior relieves montañosos. Falta, en consecuencia, un valle longitudinal, ordenándose todos los relieves del terreno en dirección Este-Oeste.

Topografía de la Zona Matorral



El clima es propiamente árido, con escasas lluvias invernales. Temperaturas medias máximas de 20º C, en Verano y 12º C, en Invierno, espejan la situación más frecuente. Es de considerar que este clima se atempera considerablemente en el fondo de los innumerables valles transversales, conservándose con su crudeza característica solamente en las mesetas, que coronan el montañoso paisaje. La costa goza de precipitaciones mucho más elevadas que las zonas de tierra adentro. 70 milímetros suelen caer así aquí entre mayo y junio, en contraste con los 25 milímetros del interior. Profundo significado ecológico cabe a los aguaceros torrenciales de invierno que se repiten cada 8 a 12 años.

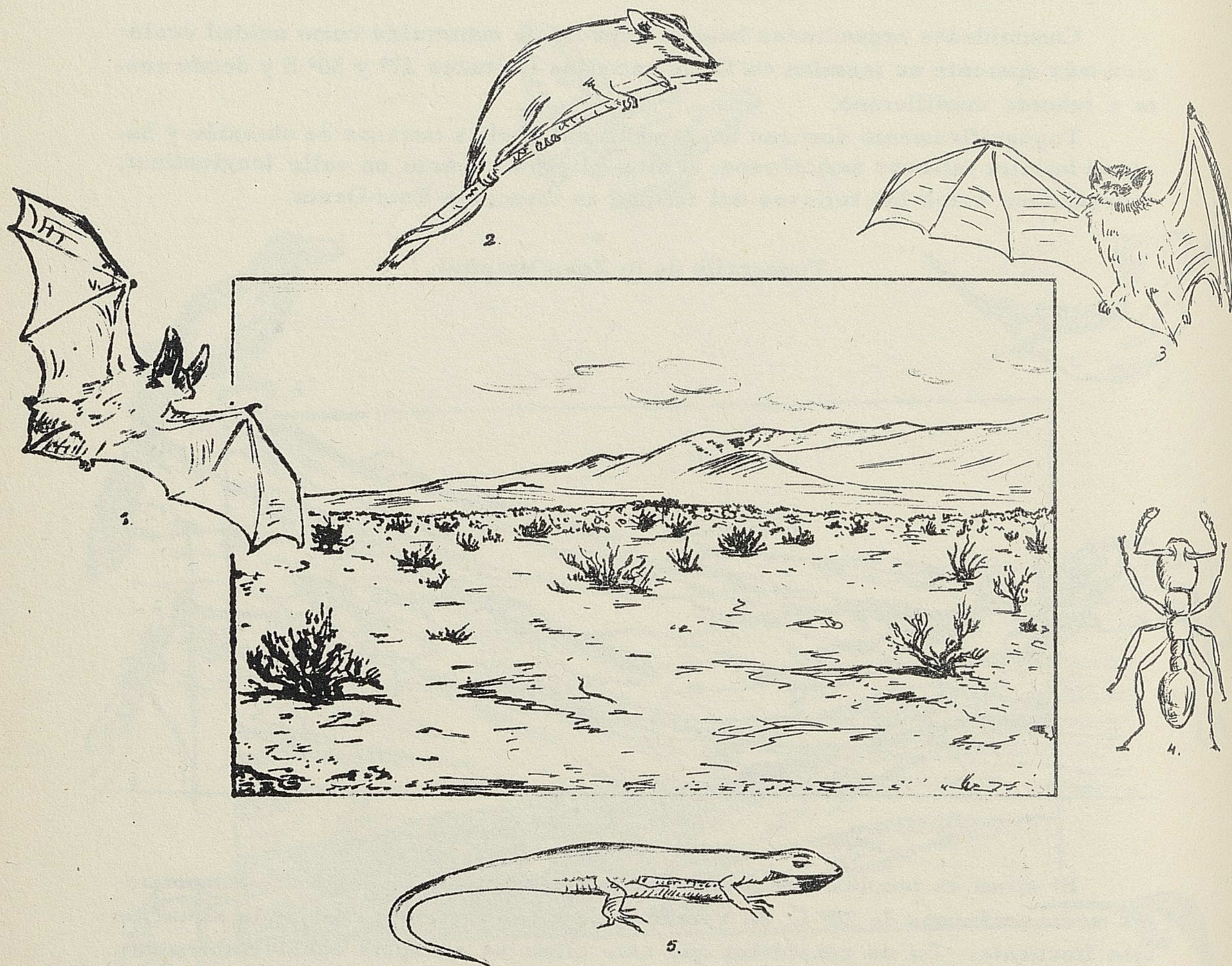
En el dominio de los matorrales pueden distinguirse las siguientes comunidades:

1º.- Climax de matorral

Arbustos bajos y ramosos, muchas veces de escaso valor de cobertura por la considerable distancia a que crecen sus individuos, distinguen este conjunto biótico. En líneas generales se observa que la densidad vegetacional se incrementa hacia el Sur de tal modo que se acercan a escasos centímetros las plantas distanciadas por metros en los confines septentrionales de esta zona.

Adesmia spp., *Cordia decandra* y *Flourensia thurifera* aportan los vegetales

Climax de Matorral



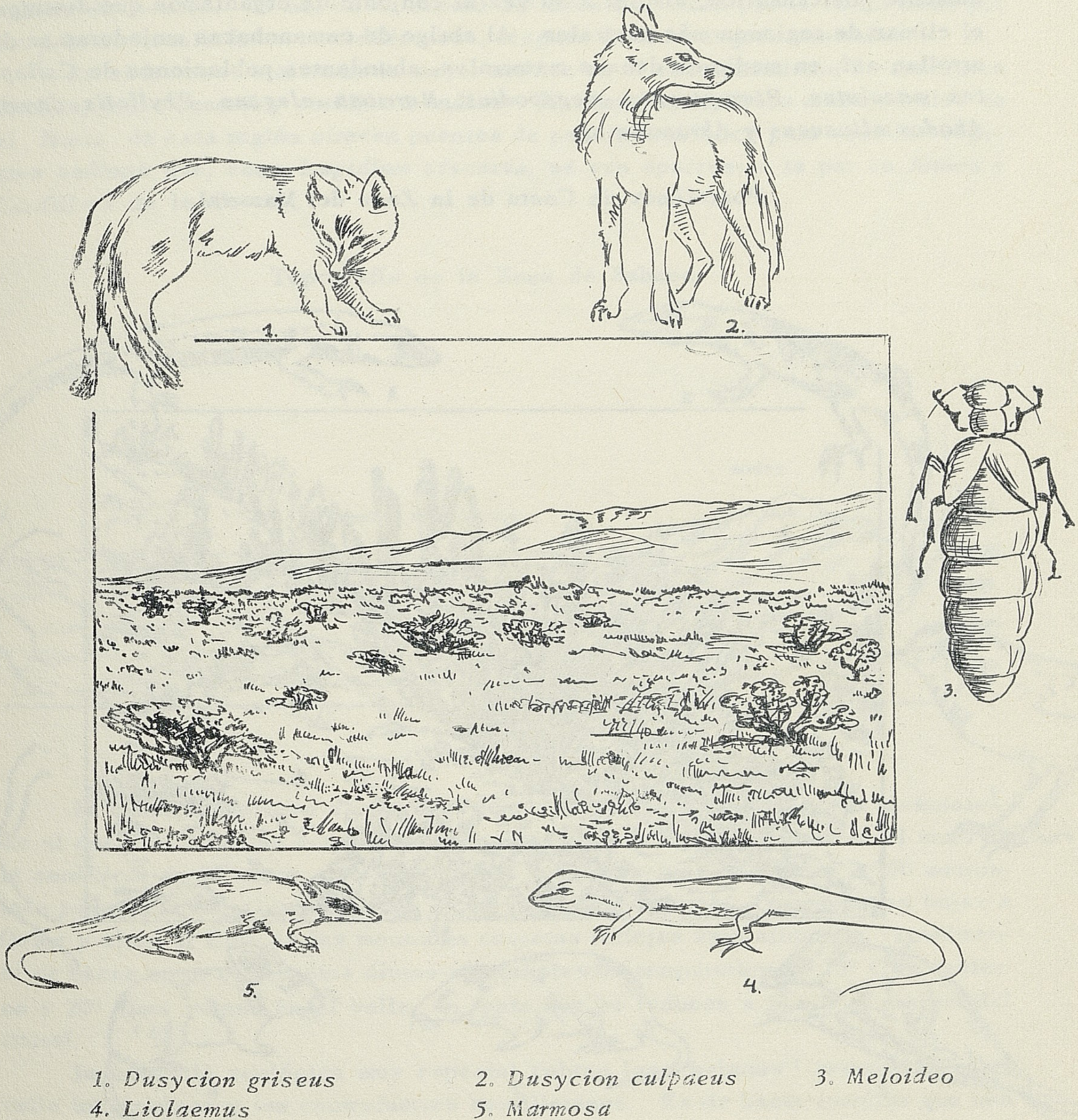
1. *Histiotus* 2. *Marmosa* 3. *Tadarina*
4. *Dorymyrmex* 5. *Liolaemus*

de mayor importancia, en tanto que la fauna eminentemente xerófila, se observa integrada por tenebriónidos de rápida marcha, la hormiga *Dorymyrmex goetschi*, ***Liolaemus nigromaculatus***, *Marmosa elegans coquimbensis*, *Marmosa elegans elegans*, ***Tadarida brasiliensis*** e *Histiotus macrotus*.

En los años lluviosos, de precipitaciones torrenciales, aparece una rica y diversificada comunidad de plantas anuales como *Alstromeria sp.*, *Verbena sp.*, ***Calandrinia salsoloides*** y *C. spicata*, *Cristaria divaricata*, *Loasa fruticosa*, ***Argylia puberula*** y ***Chaethantera***.

Sobre este ripo tapiz, de sorprendente colorido, se ceba una legión de insectos entre los que llaman la atención grandes Meloidae, comedores de pétalos. Arañas Misumenidae, *Liolaemus nigromaculatus*, *L. platei*, *Dusycion culpaeus*, ***D. griseus*** y ***Marmosa elegans***, alcanzan a su vez extraordinaria densidad, alimen-

Climax de Matorral en Año Lluvioso



1. *Dusycion griseus* 2. *Dusycion culpaeus* 3. *Meloideo*
4. *Liolaemus* 5. *Marmosa*

tándose sobre la población de insectos. La cubierta estacional de vegetación anual revela, por tanto, la calidad de un notable puente biogeográfico ocasional, que permite, en los años de lluvia, un desplazamiento amplio de fauna y flora entre los valles del matorral, corrientemente aislado tras la barrera desértica que los aprisiona.

2º.- Postclimax de costa

El clima marítimo, que enmarca valles costeros y terrazas de abrasión litorales, abre las puertas para la instalación de una comunidad de vidas, rica y típicamente postclimática, similar a su vez al conjunto de organismos que distinguen el climax de regiones más australes. Al abrigo de camanchacas mojadoras se desarrollan así, en medio de densos matorrales, abundantes poblaciones de *Callopistes maculatus*, *Pteroptochus megapodius*, *Marmosa elegans*, *Phyllotis darwini*, *Akodon olivaceus* y *Abrocoma sp.*

Postclimax de Costa de la Zona del Matorral



1. *Pteroptochus* 2. *Gonatodes* 3. *Callopistes* 4. *Calatotarsus*
5. *Migas* 6. *Phyllotis* 7. *Akodon* 8. *Marmosa*

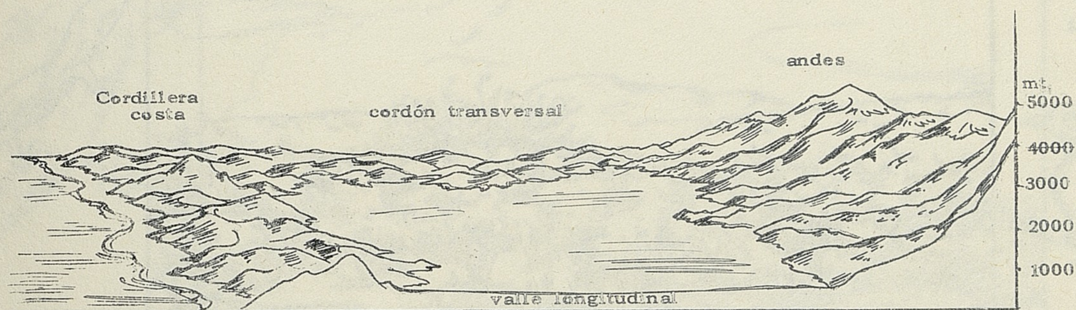
Al lado de estas especies, propias también de la sabana de Chile Central, aparecen formas endémicas como *Oxalis gigantea*, *Euphorbia lactiflua* entre las plantas, *Calatotarsus sp.*, *Migas sp.* y *Accola sp.* entre las arañas Migalomorfas y *Gonatodes gaudichaudi* entre los reptiles.

Comunidades de Sabana

Chile Central, entre los 30º y 38º lat. Sur está dominado por un climax de sabana de *Acacia*. Al Sur de la latitud 36º avanzan, tanto por la costa como por los primeros contrafuertes cordilleranos, lenguas de los bosques australes.

En esta zona se alcanza la mayor nitidez en el escalonamiento de cordillera costina, valle central y cordillera andina. Sistemas montañosos transversales en el Norte de esta región ofrecen puentes de pasaje faunístico para aquellas especies andinas que, como *Lagidium viscacia*, se ven aparecer a la par en Andes y Cordillera de la Costa.

Topografía de la Zona de Sabana



El clima, temperado a caluroso, consulta típicas precipitaciones invernales. En el desarrollo de las condiciones térmicas interviene poderosamente el muro de la cordillera de la costa, que impide, con sus elevaciones de hasta 2.000 metros, toda influencia del clima marítimo en el valle longitudinal. Temperaturas bajas a Oeste y altas al Este de las montañas costeras reflejan esta situación. Igualmente se hacen notar diferencias diurno-nocturnales de temperatura de 15º C en invierno y 20º C en verano en el valle, en tanto que se reducen a 5º o 6º C a nivel del litoral.

Importancia ecológica muy especial cobran las "heladas" invernales en el valle longitudinal y los contrafuertes cordilleranos. Es de hacer resaltar que una buena parte de los árboles y arbustos de la zona de sabanas ofrece escasa resistencia ante estas heladas, subrayándose así su origen en regiones tropicales.

Un verano siempre muy seco, con temperaturas superiores a 35º C plantea graves problemas para muchos invertebrados, cuyos estados activos pueden desaparecer aún del todo en estos meses (Geoplanidae).

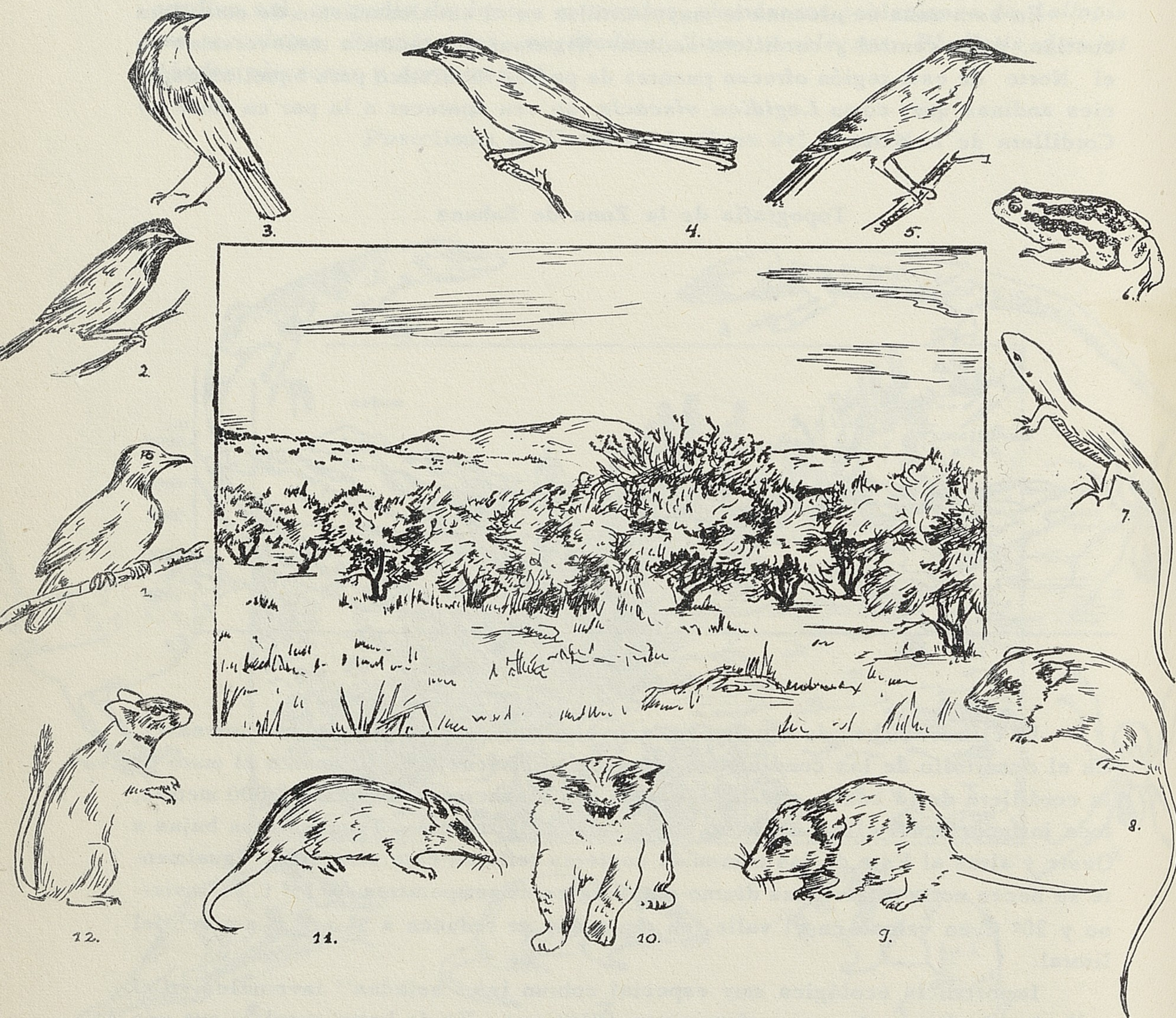
La sabana se organiza en los siguientes conjuntos bióticos:

1º.- Climax de sabana

Sabanas estructuradas sobre la base de *Acacia caven* representan al climax originario del valle centro-chileno. A sus asociaciones poco densas pueden agregarse otros elementos de condición xerófila como *Lithraea caustica*, *Schinus polyphyllus* y *Schinus dependens*.

Laderas de posición Norte y con ello más secas, presentan frecuentemente impenetrables espesuras de *Proustia pungens, Trevoa trinervis, Colletia spinosa* y *Adesmia arborea*.

Climax de Sabana



1. *Columbina*	2. *Zonotrichia*	3. *Diuca*	4. *Mimus*
5. *Pezites*	6. *Bufo*	7. *Liolaemus*	8. *Oryzomys*
9. *Abrocoma*	10. *Lynchailurus*	11. *Marmosa*	12. *Octodon*

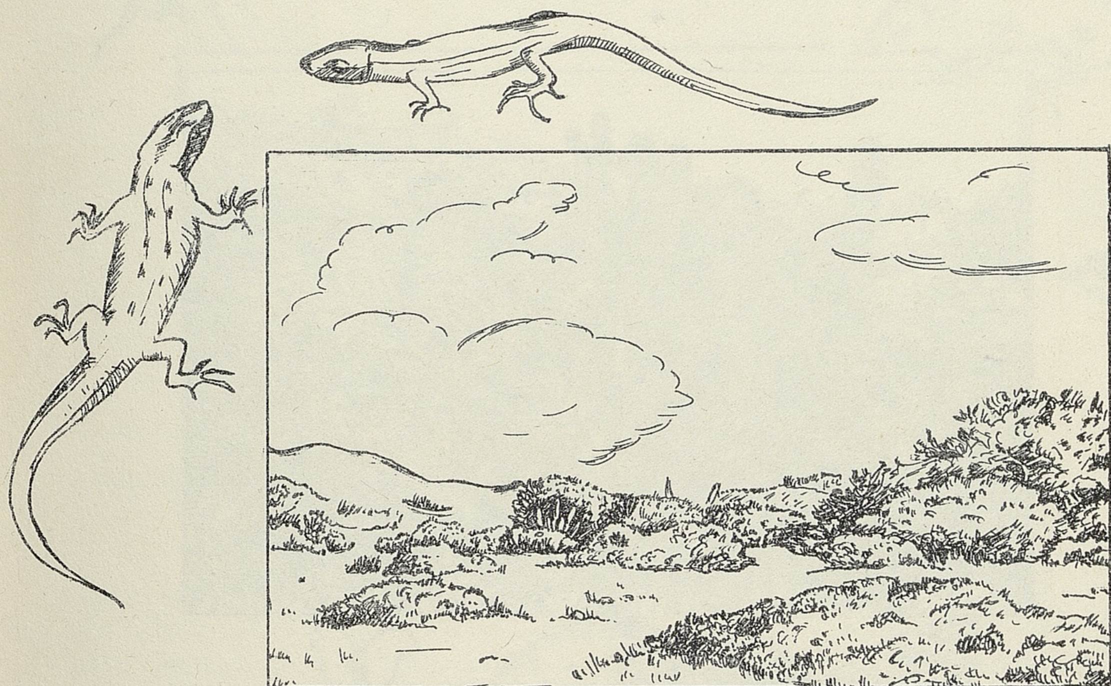
Al igual que en esta flora impera también en la fauna del climax de sabana el sello de un ajustamiento a los meses secos del verano, como revela una lista, muy abreviada de especies características:
Bufo spinulosus, Liolaemus chilensis, L. lemniscatus, L. tenuis, L. gravenhorsti Diuca diuca, Pezites militaris, Mimus tenca, Zonotrichia capensis chilensis, Columbina picui picui, Marmosa elegans, Abrocoma bennetti, Octodon degus, Pyllotis darwini, Akodon olivaceus, Oryzomys l. longicaudatus y *Lynchailurus pajeros*.

2º.- Preclimax edáficos

a.- Comunidades amófilas del litoral

Una estepa de bajos matorrales se desarrolla en la vecindad del litoral marino centro-chileno, comprendiendo como elementos muy característicos a *Bahia ambrosioides, Eupatorium salvia, Schinus dependens* y *Baccharis concava*. Hacia el Sur y desde la vecindad de la latitud 35º S cede esta comunidad el paso a arbustos siempre más altos y densos hasta limitar con la selva austro-chilena.

Preclimax Amófilo del Litoral de Sabana



1. *Liolaemus nitidus* 2. *Liolaemus lemniscatus*

La fauna de este preclimax mantiene condiciones enteramente comparables con otras zonas del litoral pacífico. *Liolaemus nitidus* y *L. lemniscatus* representan a elementos característicos de la fauna. El clima templado permite la existencia de invasores septentrionales, macrotermos, como *Desmodus rotundus*.

b.- Comunidades de *Puya* y *Trichocereus*

Entre mar y cordillera, dondequiera que las condiciones locales se traduzcan en ambientes de mayor sequedad, se hace presente la asociación de la Bromeliacea *Puya* con *Trichocereus*. Los animales propios a esta comunidad son necesariamente escasos y merecen citarse c mo representantes característicos a *Triatoma spinolai* y *Castnia psittacus*.

3º.- Postclimax climáticos

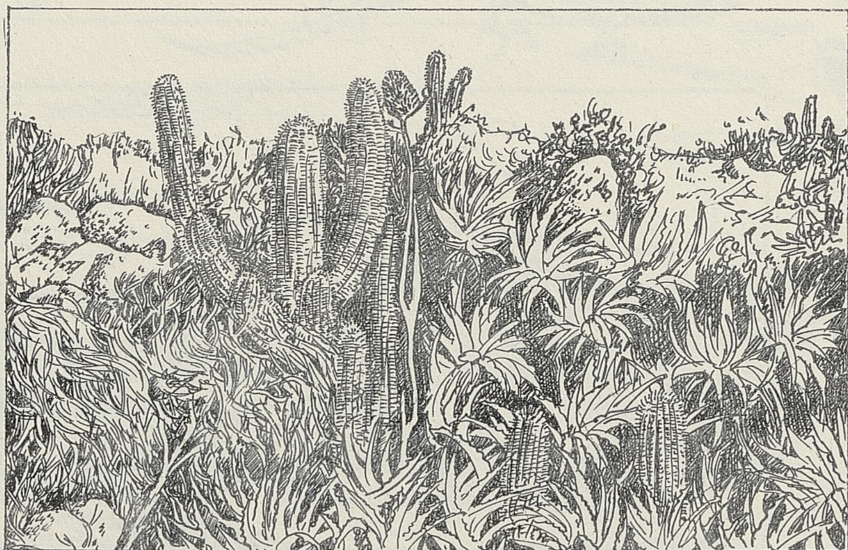
El clima de la costa marítima por un lado y el de los contrafuertes andinos, entre 600 y 1.600 mtr. de altura por el otro, crean condiciones favorables para el establecimiento de comunidades postclimáticas por su mayor precipitación. Arboles de regular altura integran estos hermosos bosques en cuyo conjunto pueden

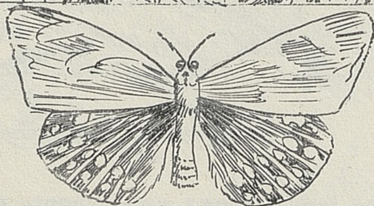
reconocerse 3 categorías ecológicas de composición y origen diferente:

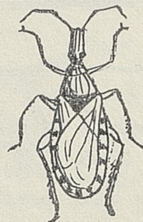
a.- Bosques abiertos xerófilos.

Estos bosques de origen terciario comprenden como árboles más importantes a *Cryptocaria rubra*, *Beilschmiedea miersii* y *Peumus boldus*. Su fauna se compone de formas enlazadas con elementos tropicales como *Apanthopelma* y otras arañas migalomorfas *Pteroptochus megapodius*, *Octodon bridgesi*, *Notiomys macronyx* *Noctifelis guigna molinae*, etc.

Preclimax de *Puya* y *Trichocereus*







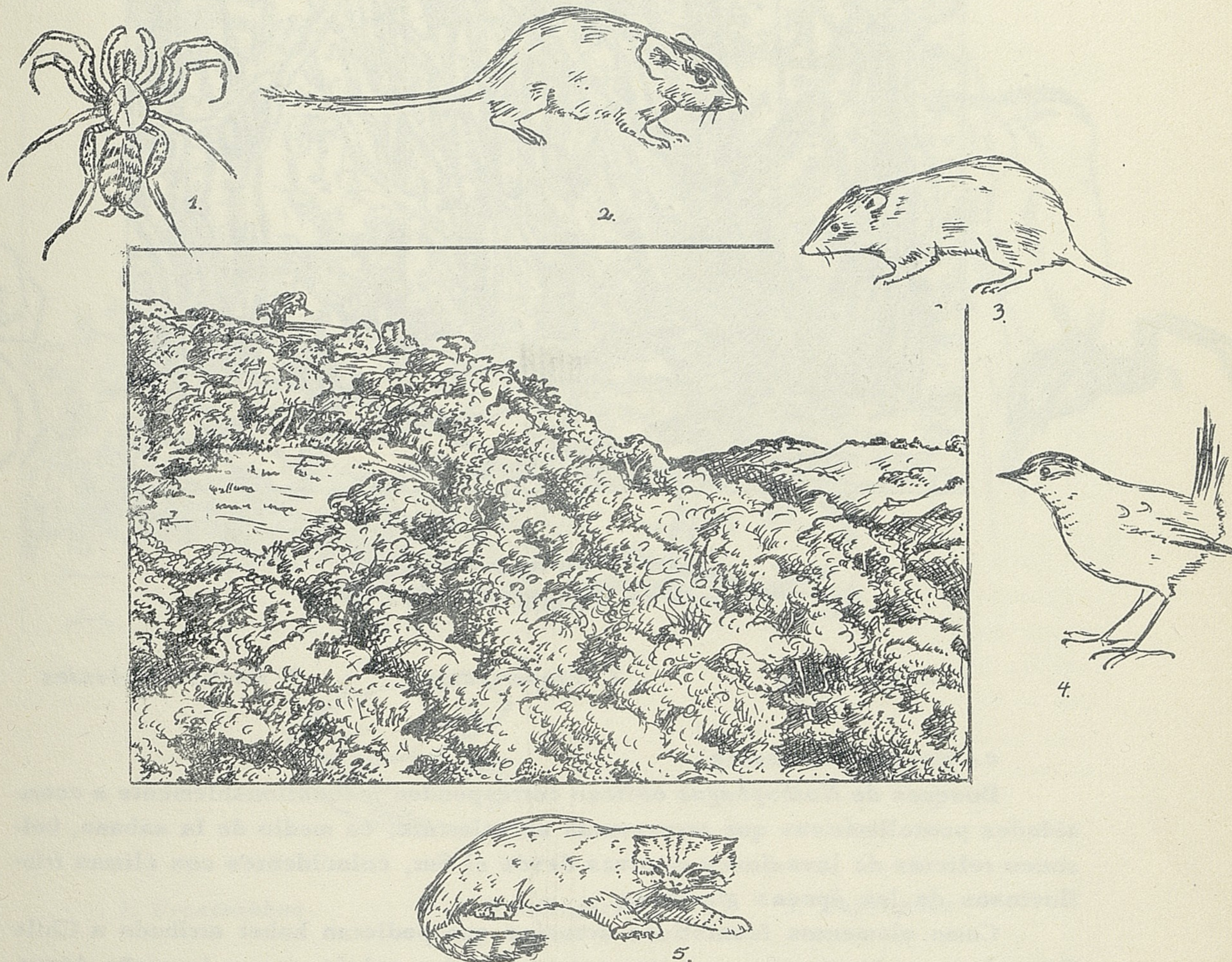
1. *Castnia* 2. *Triatoma*

b.- Bosques higrófilos

Arboles de los géneros *Persea*, *Aextoxicum*, *Gomorteaga*, *Carica*, *Lucuma*, *Crinodendron*, *Drimys* y *Myrceugenia* parecen representar una generación vegetacional más antigua en sus orígenes que la de los bosques abiertos xerófilos. Sus representantes se encuentran en localidades particularmente húmedas de los postclimax de Sabana alcanzando el límite septentrional en el bosque de neblinas de Fray Jorge (vecino a la latitud 30º S).

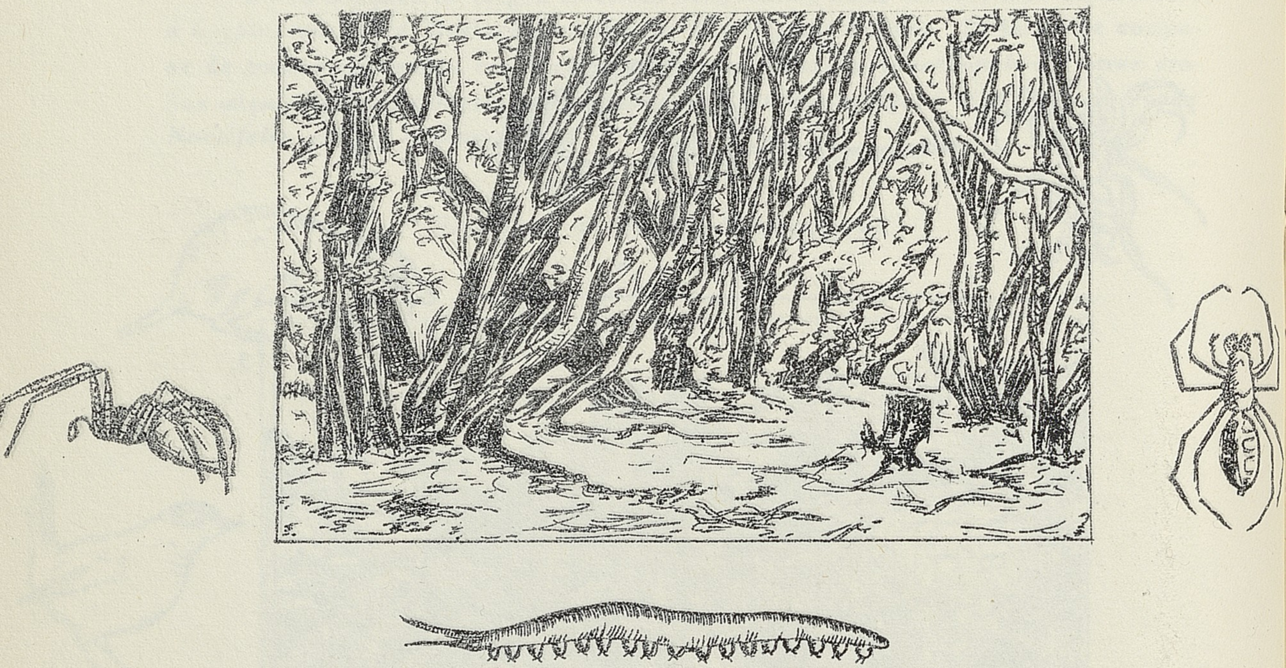
Algunos elementos faunísticos de cuño particularmente primitivo pudieran corresponder originariamente también a esta comunidad de vida, como lo serían *Opoperipatus*, la araña Archaeidae *Mecysmauchenius gertschi* y la araña Hypochilidae *Austrochilus manni*.

Postclimax Climático de Sabana: Bosque Abierto Xerófilo



1. *Apanthopelma* 2. *Octodon* 3. *Notiomys*
4. *Pteroptochus* 5. *Noctifelis*

Postclimax Climático de Sabana: Bosque Higrófilo



1. *Austrochilus* 2. *Opoperipatus* 3. *Mecysmauchenius*

c.- Bosques australes

Bosques de *Nothophagus oblicua* corresponden incuestionablemente a comunidades postclimáticas que representan actualmente, en medio de la sabana, bolsones relictos de invasiones masivas desde el Sur, coincidentes con climas frío-lluviosos de las épocas glaciales.

Como elementos faunísticos actuales que pudieran haber arribado a Chile Central en conjunto con estos invasores australes cabría citar a la araña *Aporatea valdiviana*, el anuros *Eupsophus taeniatus*, el iguánido *Urostrophus sp.* y el pájaro carpintero *Dendropious lignarius*.

4º.- Postclimax edáfico

Las riberas de las corrientes de agua en la sabana se observan enmarcadas por espesuras de *Salix humboldtiana*, *Tessaria absinthioidea* y *Baccharis spp.* Su fauna es poco característica, pero pudiera definirse por la presencia de *Eupsophus maculatus*, *Calyptocephalella gavi* y *Liolaemus chilensis*.

Postclimax Climático de Sabana: Bosque Austral



1. *Urostrophus* 2. *Dendropicus* 3. *Eupsophus*

Comunidades de Selva

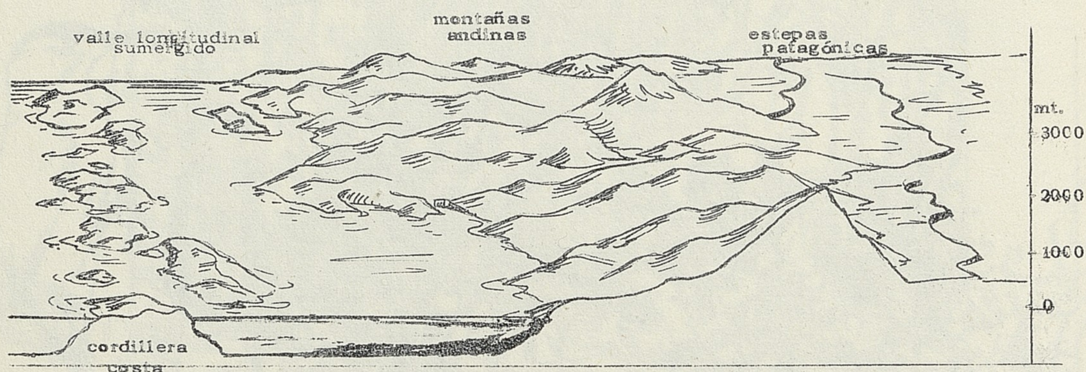
Sobre más de 2.000 kilómetros se extienden los dominios de las selvas austrochilenas entre la latitud 38 y el Cabo de Hornos. En la topografía de los terrenos ocupados por estos bosques no se reconoce ya, como en las unidades biogeográficas más septentrionales una estructuración homogénea, dado que todo el territorio va disminuyendo considerablemente de altura, sumiéndose en dirección austral en el océano. Es así como aparecen desde la latitud 42º S extensas zonas de canales sobre cuyas aguas se elevan innumerables picachos, en un dédalo de miles de islas, que representan cumbres del relieve montañoso costero, a cuyo oriente continúa el valle longitudinal, totalmente cubierto por el océano.

Considerable interés ecológico cabe a las morrenas glaciales que construyen amplios diques entre las latitudes 38 y 42º S, apresando en su reborde oriental los lagos profundos y extensos que distinguen a la "Suiza chilena".

El hundimiento progresivo de los terrenos hacia el Sur conduce a un descen-

so notable del cordón andino, que viene a perder desde el grado 40 S su condición de invencible barrera biogeográfica, franqueando el paso a los bosques que logran transmontar hacia el Este por los bajos valles de estas regiones.

Topografía de la Zona de Selva



El clima que rige sobre los 18º de latitud ocupado por comunidades de selva en Chile se presenta con caracteres bien diversos en el Norte y el Sur de este territorio, en función de las enormes diferencias latitudinales. La temperatura media se mantiene así en 13º C a los 38º lat. S. en tanto que alcanza sólo 5º C a los 55º lat. S. También las precipitaciones aumentan en dirección austral desde 1200 mm. a 8000 mm. anuales. A pesar de tales diferencias se mantiene a lo largo de toda la zona en consideración un clima caracterizado por 12 meses "húmedos" y 4 meses con temperaturas superiores a 8º C.

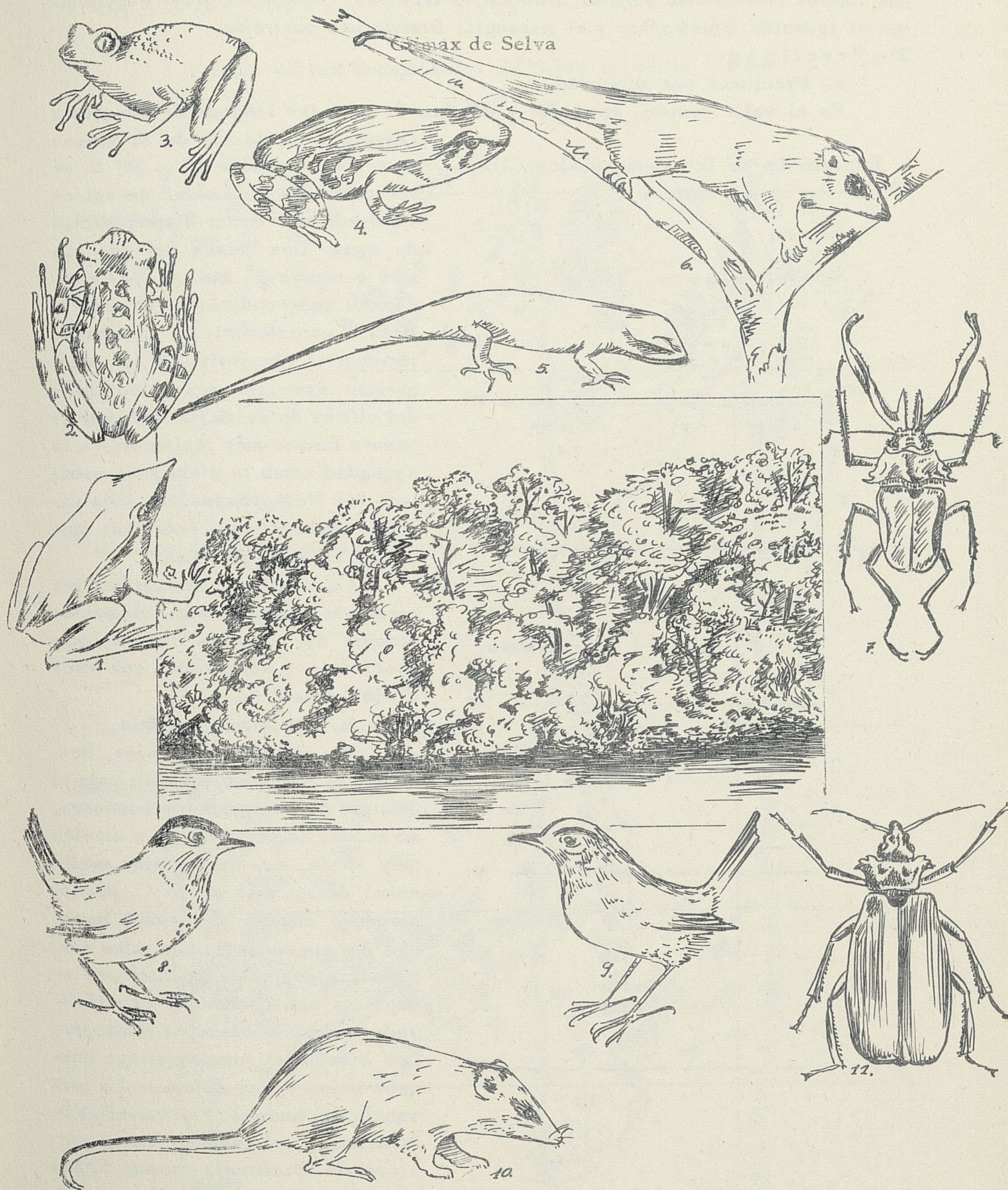
Las comunidades de vida selvática se subdividen con naturalidad en las siguientes unidades:

1º.- Climax de selva

Bosques de unos 40 metros de altura y en extremo enmarañados por espesuras de *Chusquea*, integrados por *Nothophagus dombeyi*, *Laurelia aromatica*, *Weinmania trichosperma*, *Podocarpus*, *Lomatia*, *Embothrium* y *Drimys* aportan el elemento más llamativo de la selva climax. El musgo gigante *Dendroligotrichum dendroides* y *Globosos rigodium* cubren al suelo rico en humus.

En sus elementos constitutivos se reconocen fácilmente dos grupos de organismos de origen muy diverso. Por un lado aparecen así formas de cuño muy antiguo, hidrófilas - mesotermas, con origen septentrional, que hoy ocupan todavía áreas muy reducidas en las laderas occidentales de los Andes Norperuanos. *Lomatia*, *Embothrium*, *Podocarpus* y *Weimania* entre los vegetales, insectos como el Reduviido *Metapterurus*, Attelabridae, Rhaynchitinae, el Magdalidinae *Cnemidonotus*, Cerambycidae, Prioninae con el subgénero *Acanthinodera* del género *Ancistrotus* y el género *Paranda*. Aves como los Pteroptochidae: *Scelorchilus rubecula* y *Pteroptocus tarnii* y mamíferos como Caenolestidae ofrecen ejemplos de estos antiguos relictos de una comunidad pan-americana probablemente preterciaria.

Entremezclados con estos componentes antiguos se hace presente luego el conjunto de las formas de origen austral encabezados por los *Nothophagus* y su séquito faunístico en el que descuellan *Chiasognathus*, Belidae, Nemonychidae,



1. *Rhinoderma*	2. *Batrachyla*	3. *Hylorhina*	4. *Eupsophus*
5. *Urostrophus*	6. *Dromiciops*	7. *Chiasognathus*	8. *Scelorchilus*
9. *Pteroptochus*	10. *Rhyncholestes*	11. *Acanthinodera*	

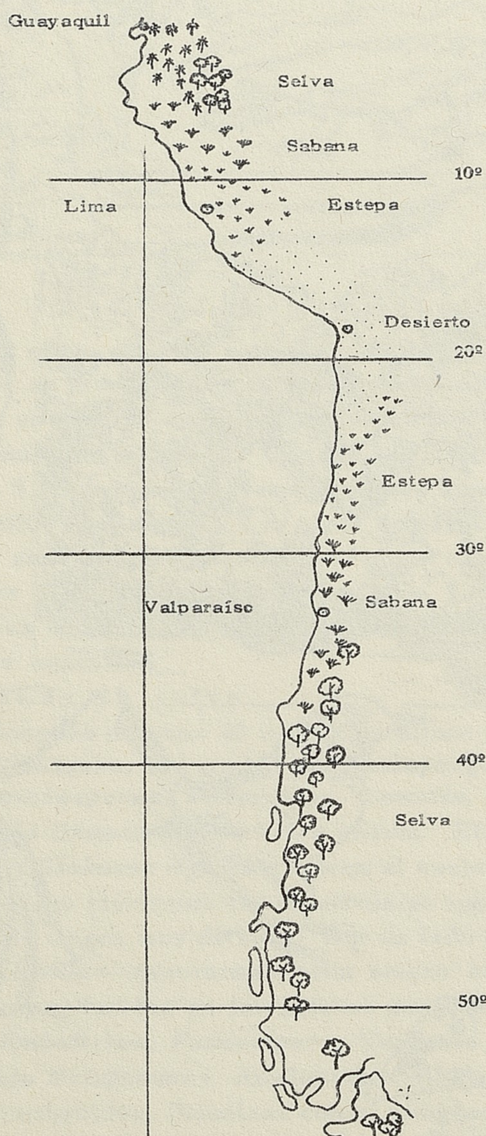
los Anuros *Rhinoderma darwini*, *Batrochyla leptopus*, *Eupsophus grayi* e *Hylorhina*, el iguanido *Urostrophus* y el marsupial *Dromiciops australis*.

2º.- Preclimax

a.- Preclimax por sequedad

En el valle central, entre 38º y 42º lat. S. y en las lenguas de bosques a Oriente y Occidente de la Sabana entre las latitudes 36 y 38º S. se reconoce una comunidad de selvas moldeada por menor disponibilidad de agua. Dos meses del año con más o menos 35 mm. de lluvia alcanzan aún condiciones de aridez. Estas características climáticas impiden el desarrollo de los organismos extremadamente hidrófilos del climax de selva, la que cede el paso a formas más resistentes a la sequedad como lo atestiguan sobre todo los *Nothophagus* con hoja caduca (*Nothophagus oblicua*) que reinan en este preclimax.

Repartición de las Comunidades Climax en Chile y Perú



La fauna se caracteriza por presentar, lado a lado, elementos propios de la selva austral como *Drociciops* y *Rhinoderma* con otros de la Sabana.

b.- Preclimax por frío

En latitudes australes, desde 48º al Sur, pero siempre bajo el dominio de comunidades boscosas, se reduce la temperatura a niveles muy bajos, con un término medio anual de no más de 5º C, manteniéndose empero la elevada humedad. En consonancia con tales consonancia con tales condiciones se implanta una comunidad especializada cuyo dominante es *Nothophagus betuloides* que construye bosques bajos y muy abiertos. La presencia del huemul (*Hipocamellus b. bisulcus*) y del guanaco (*Lama guanicoe*) de *Spizitornis parulus lippus* de *Microsittace f. ferruginea* en estas selvas aporta una característica llamativa.

En líneas generales cabe definir el conjunto faunístico de este preclimax por el manifiesto empobrecimiento que ha experimentado con respecto al climax. Faltan así elementos tan característicos como *Chiasognathus*, *Scelorchilus* y *Pteroptochus*.

Origen de las Comunidades de Selva en Chile y Perú

0º

Guayaquil

10º

Lima

20º

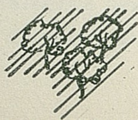
30º

Valparaíso

40º

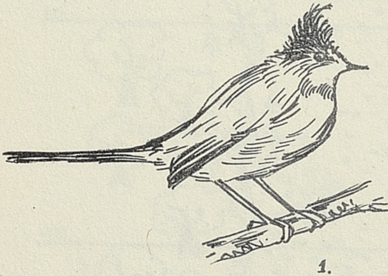
50º

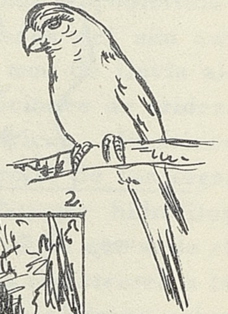
60º



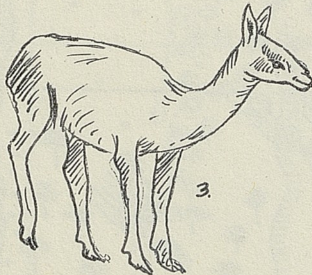
Bosque relicto chileno-peruano

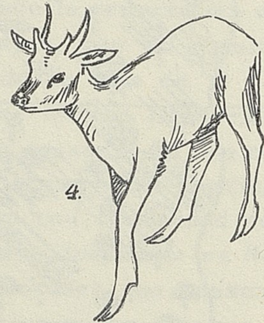
Preclimax de Selva por Frío











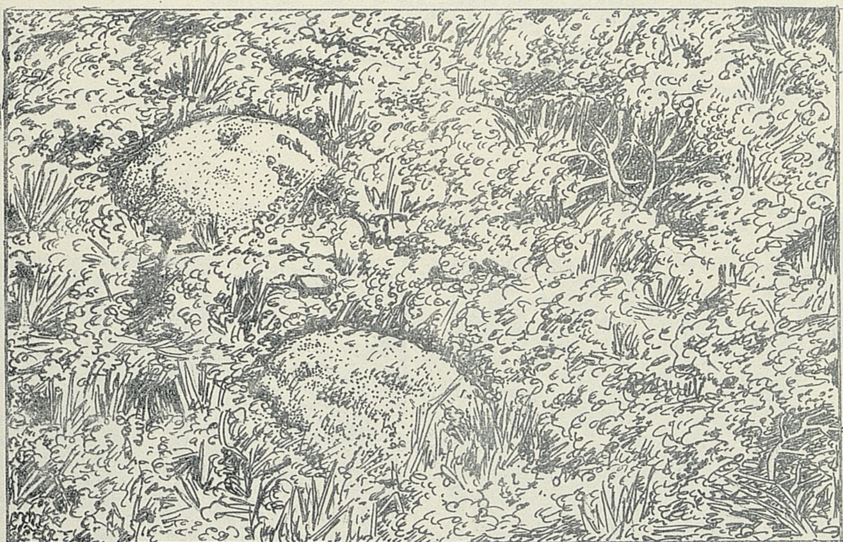
1. *Spizitornis* 2. *Micrositface* 3. *Lama* 4. *Hipocamellus*

Por otro lado invaden el suelo abierto y bien despejado de estos bosques algunos elementos característicos para la estepa patagónica. Según Kuschel (1959) se hacen presente así *Cascellius, Parahelops, Hidromedion, Marychastes australis, Falklandius* y *Migadops latus*.

c.- Preclimax por viento y frío

El interior de las islas en los canales australes así como su reborde occidental sufre el embate de un clima particularmente duro, caracterizado por vientos muy fríos atemporalados que barren en dirección Este, durante todo el año, este territorio y lluvias con más de 8.000 mm. anuales. La comunidad de bosques no logra asentar pie bajo tan difíciles condiciones viéndose reemplazada por un tapíz de musgos, líquenes y bajos arbustos que recuerdan en su aspecto general a las tundras nórdicas *Astelia punilia, Donatia fasacularis, Gaimardia australis, Tetroncium magellanicum* y *Oreobolus obtusangulatus* ofrecen ejemplos característicos de la flora dominante. Según Kuschel (1959) sería el curculiónido *Telurus disimilis* el elemento más representativo en este preclimax.

Preclimax de Selva por Viento y Frío



d.- Preclimax de altura

Las laderas andinas se encuentran revestidas desde los 40º latitud S. por bosques que contactan en transición casi inmediata con los hielos eternos de sus cumbres. Las bajas temperaturas y una disminuída disponibilidad de agua confiere a estas comunidades montañosas el carácter de preclimax como se espeja ya en la Caducifolia de *Nothophagus antarctica* y N. pumilio que estructuran estas selvas. *Bufo variegatus* ofrece un elemento muy característico de la fauna en este medio de vida.

Sobre el límite de los bosques se instala una comunidad muy pobre que puede definirse según Kuschel (1959), a través de los subgéneros Antarctobius y Falklandius del género Listrodres, así como por el Carabido Merisodus.

3º.- Postclimax edáfico

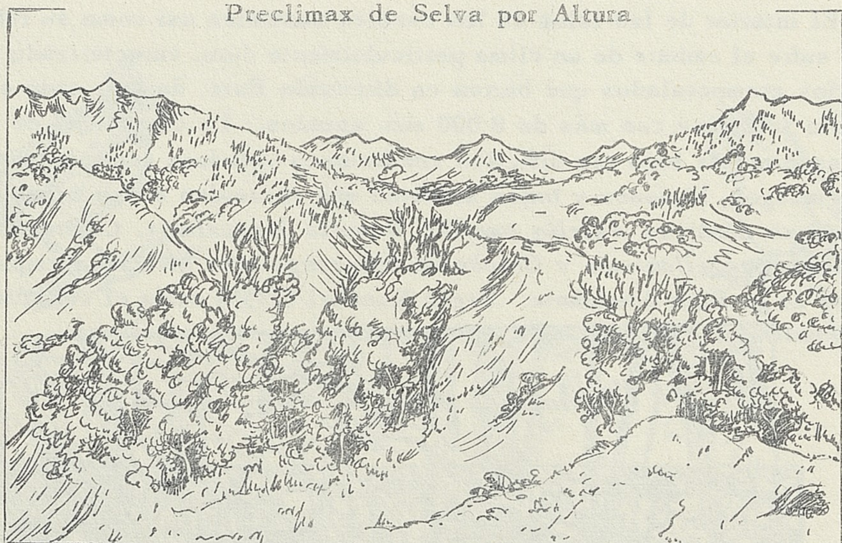
Las barreras impuestas por las morrenas glaciales entre los 39 y 42º S. dificultan el drenaje de las aguas hacia Occidente, creando extensos paisaje de

pantanos (los ñadis) donde predominan árboles higrófilos como *Drymis* y *Myrceugenia*. Una extraordinaria abundancia de anuros como *Hylodes*, *Hylorhina* y *Eupsophus* representan elementos zoogeográficamente característicos, a los que se agregan el gastrópodo gigante *Macrocyclus* y el cricétido *Akodon*.



Bufo variegatus

Preclimax de Selva por Altura





Postclimax Edáfico de Ñadi en la Selva







1. *Macrocyclus* 2. *Eupsophus* 3. *Akodon*

Comunidades de Estepa

Las pampas, tan características para Sudamérica austral al oriente del muro andino, alcanzan escaso desarrollo en territorio chileno. Entre las latitudes 44 y 48º S se adosan a la selva austral para aparecer nuevamente y en planicies mucho más extensas al Sur de la latitud 50. Sobre sus terrenos en lomajes muy suaves o amplias terrazas arraiga una estepa de gramíneas de aspecto muy semejante al climax andino de la alta puna.

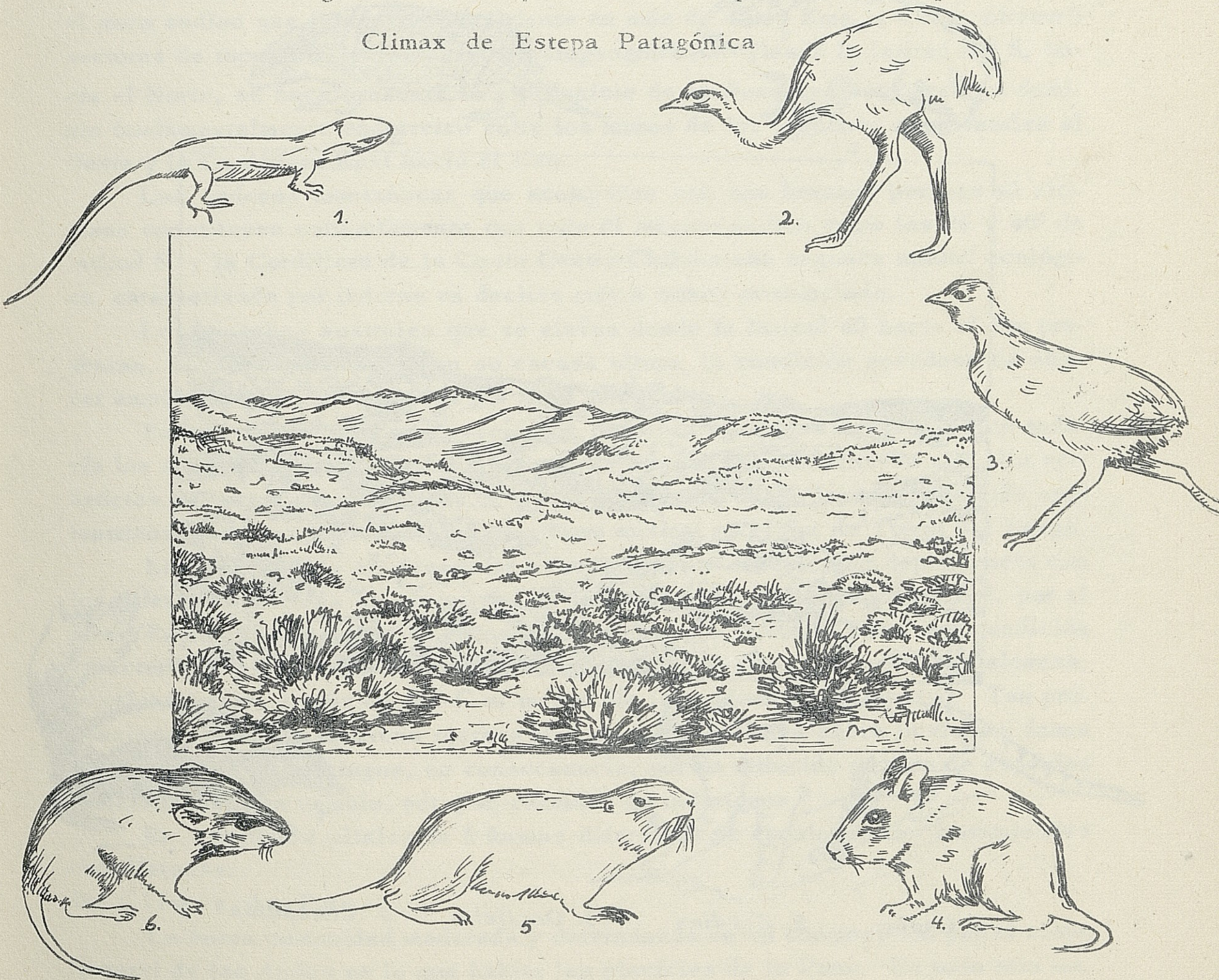
El clima imperante sobre la comunidad de estepas contempla temperaturas bajas con 6º C término medio anual y precipitaciones de sólo mediana cuantía, muy inferiores en su término medio anual de 300-700 milímetros a las lluvias que se vierten en las zonas vecinas cubiertas de selvas.

Las comunidades de vidas esteparias permiten reconocer un climax y un postclimax:

1º.- Climax de estepa

La cubierta de gramíneas, alta y densamente dispuesta, ofrece óptimas con-

Climax de Estepa Patagónica



1. *Leiosaurus* 2. *Pterocnemia* 3. *Tinamotis*
4. *Rheitrodon* 5. *Ctenomys* 6. *Euneomys*

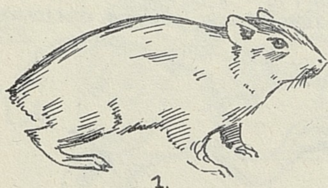
diciones de vida para reptiles como *Leiosaurus* sp., Liolaemus kingi, L. lineo maculatus, aves como Rheidae (*Pterocnemia p. pennata*) y Tinamidae (*Tinamotis ingoufi*) y mamíferos como *Ctenomys*, *Euneomys* y *Rheitrodon*.

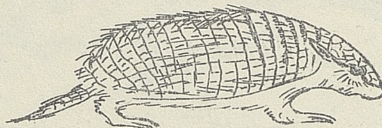
Entre los insectos llaman la atención según Kuschel (1959) Curculionidae, Listroderini (Listrodres subgénero Antartius, Falclandius y Falclandiela).

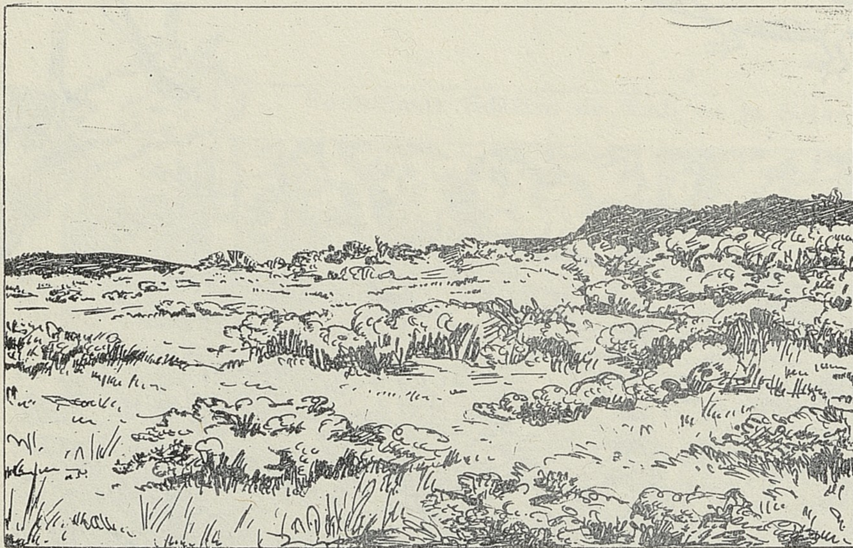
2º.- Postclimax edáfico

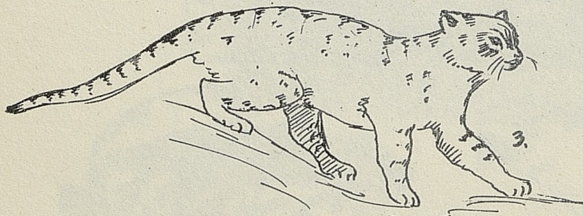
Valles intermontanos y regiones dispuestas a la sombra de los vientos inclementes que baten la pampa, ofrecen posibilidades para el desarrollo de una comunidad postclimática, integrada por matorrales arbustivos de mediana altura entre los que predominan *Ribes*, *Berberis*, *Baccharis* y *Verbena*. En sus espesuras buscan abrigo gran cantidad de aves y de mamíferos como armadillos, cuyes, *Conepatus humboldti* y *Oncifelis geoffroy* que no sobrepasa sin embargo, al Estrecho de Magallanes hacia el Sur.

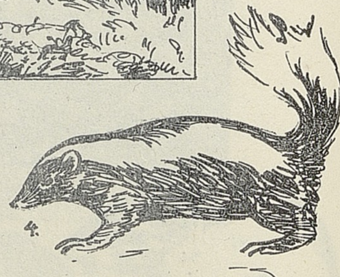
Postclimax Edáfico de Estepa Patagónica





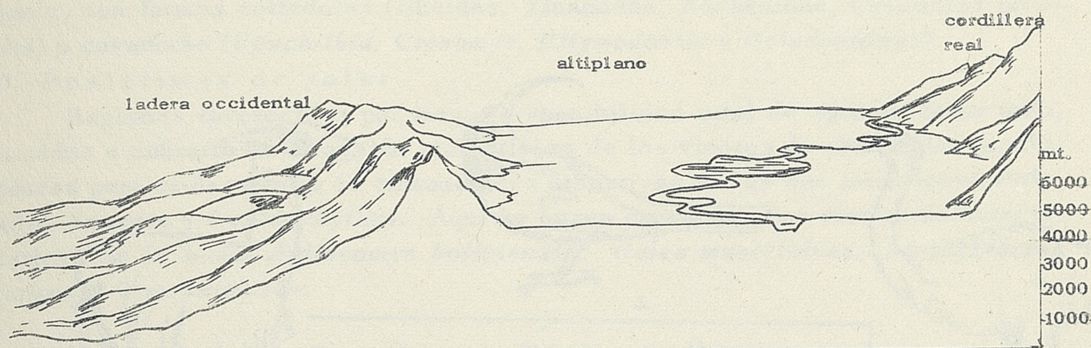






1. *Cavia* 2. *Zaedius* 3. *Oncifelis* 4. *Conepatus*

Topografía de la Zona de Cordillera



Comunidades de Cordillera

La Cordillera de la Costa en Chile Central entre las latitudes 30 y 37º S y el muro andino que flanquean por Oriente en más de 4.000 Kms. a Chile, ofrece 3 sectores de topografía en sus efectos biogeográficos. Desde la latitud 26º S, hacia el Norte, se hace presente la altiplanicie de la Puna que establece su dominio fundamentalmente endorreico entre los muros de los picachos occidentales al Oeste y la Cordillera Real hacia el Este.

Las cadenas montañosas que acompañan con sus bruscos perfiles al altiplano constituyen conjuntamente con todo el macizo andino entre los 26 y 40º de latitud S. y la Cordillera de la Costa Centro-Chilena una segunda unidad ecológica, caracterizada por laderas en declive más o menos pronunciado.

Los picachos australes que se elevan desde la latitud 40 hacia el Sur presentan, en correspondencia con su escasa altura, la condición novedosa de ofrecer amplios valles franqueables por flora y fauna.

En una cuarta categoría ecológica pudieran agruparse eventualmente todavía las cumbres vestidas de hielos y nieves eternas que constituyen con ello verdaderos desiertos, apareciendo, de trecho en trecho, desde los confines más septentrionales de los Andes hasta su extremo austral en el Sur de Tierra del Fuego.

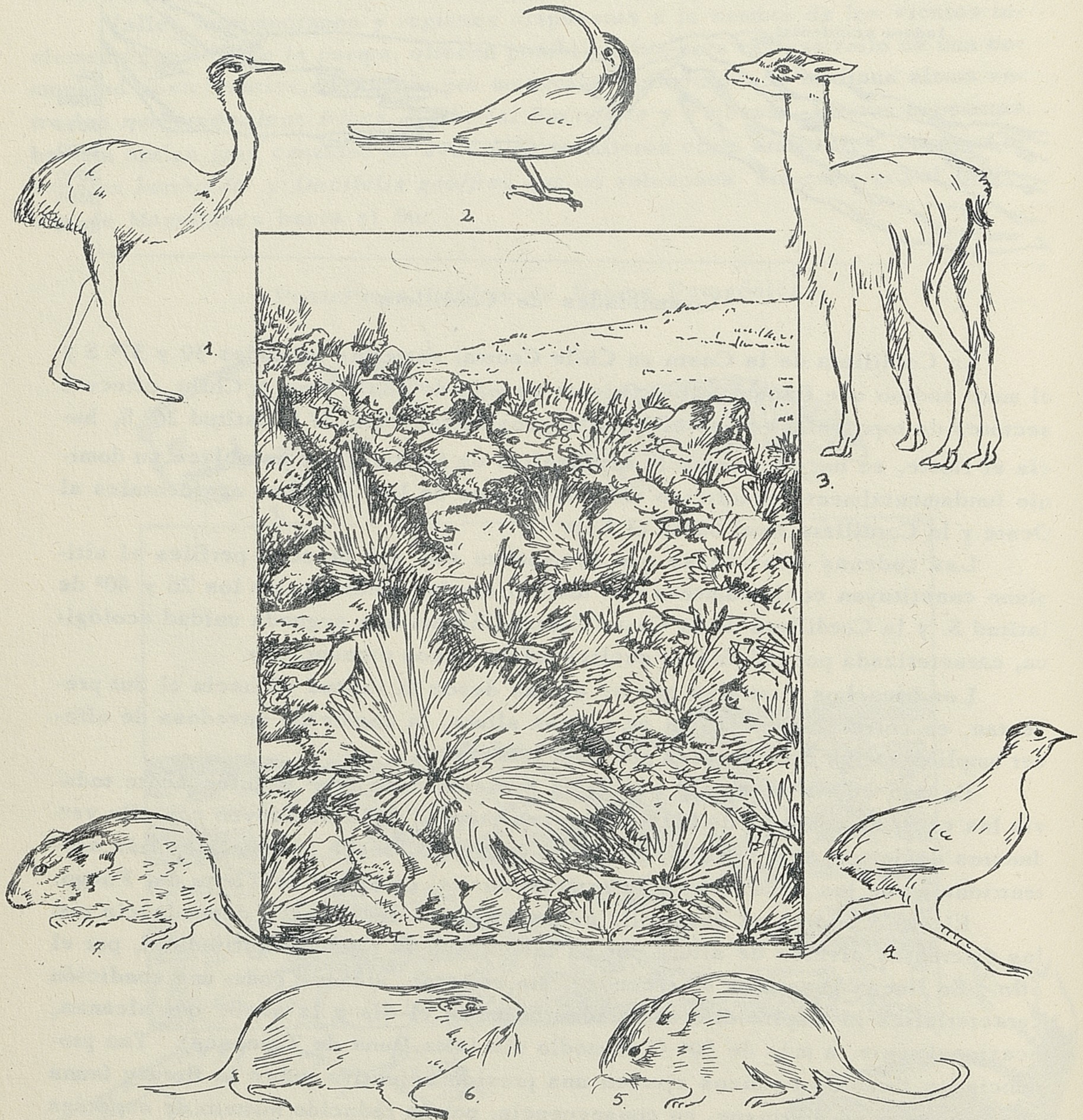
El clima andino se desarrolla necesariamente en estrecha dependencia con los diferentes niveles de altura por un lado y con la posición latitudinal, por el otro. En líneas generales se reconoce, sin embargo, siempre como una condición característica la amplia diferencia térmica entre el día y la noche que alcanza, ocasionalmente, a más de 50º C al medio día (alta Puna de Tarapacá). Tan pronunciados cambios térmicos ejercen una presión selectiva sobre la flora y fauna cuyo conjunto se distingue, en consecuencia, por un reducido número de especies representadas, en cambio, por gran cantidad de individuos.

En conjuntos vitales de 3 formas diferentes se escalonan las comunidades cordilleranas:

1º.- Climax de Puna

La única comunidad madurada y determinada en su composición por el clima general de los Andes es la que habita las planicies de la Puna. En todo otro ambiente cordillerano intervienen ya situaciones edáficas de gran peso ecológico, que determinan, en especial por el pronunciado declive del terreno con menor dis-

Clímax de Puna



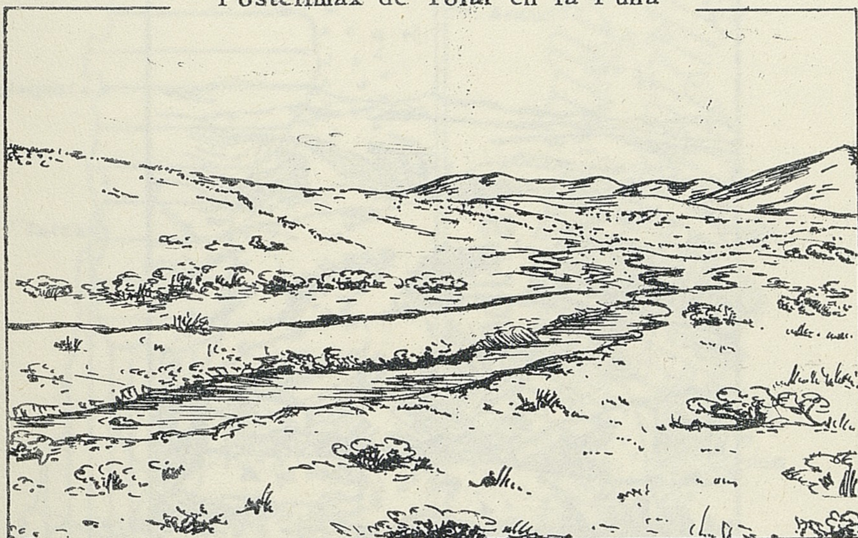
1. *Pterocnemia* 2. *Upucerthia* 3. *Vicugna*
4. *Tinamotis* 5. *Eligmodontia* 6. *Ctenomys*
7. *Octodontomys*

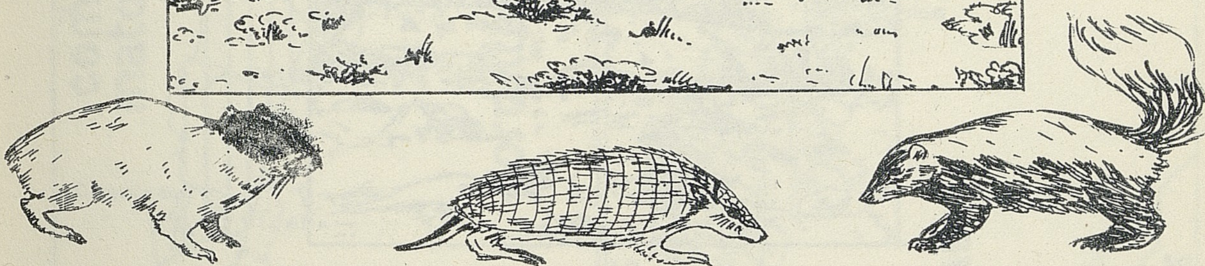
ponibilidad de agua, una situación propiamente preclimática. El carácter de la comunidad climax corresponde a una estepa de gramíneas en champas con dominio de géneros como *Festuca* y *Stipa*. Abundante fauna esteparia se instala en este marco, con formas corredoras (Rheidae, Tinamidae, Auchenidae, Oreailurus jacobita) o cavadoras (*Upucerthia, Ctenomys, Eligmodontia* y *Octodontomys*).

2º.- Postclimax de tolar

Regiones favorecidas por mayor disponibilidad total de agua y, sobre todo, situadas a cubierto de la acción violentísima de los vientos de altura, dan posibilidades para el desarrollo de comunidades arbustivas en las que intervienen *Polylepis, Senecio* y *Lepidophyllum*. Aquí se hacen presente como elementos característicos de la fauna *Auliscomys boliviensis, Galea musteloides, Chaetophractus nationi* y *Conepatus rex*.

Postclimax de Tolar en la Puna



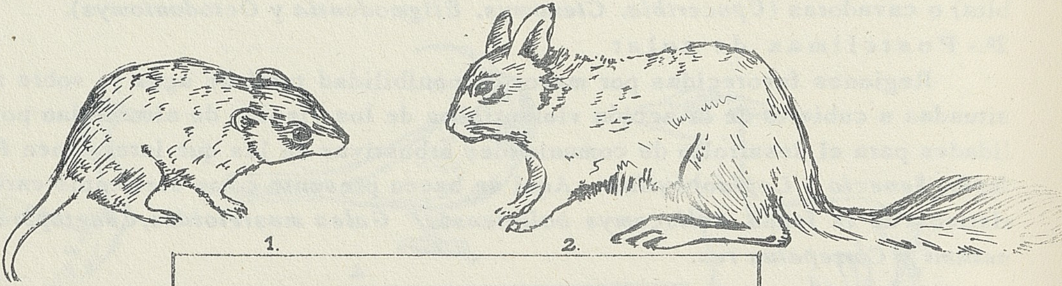


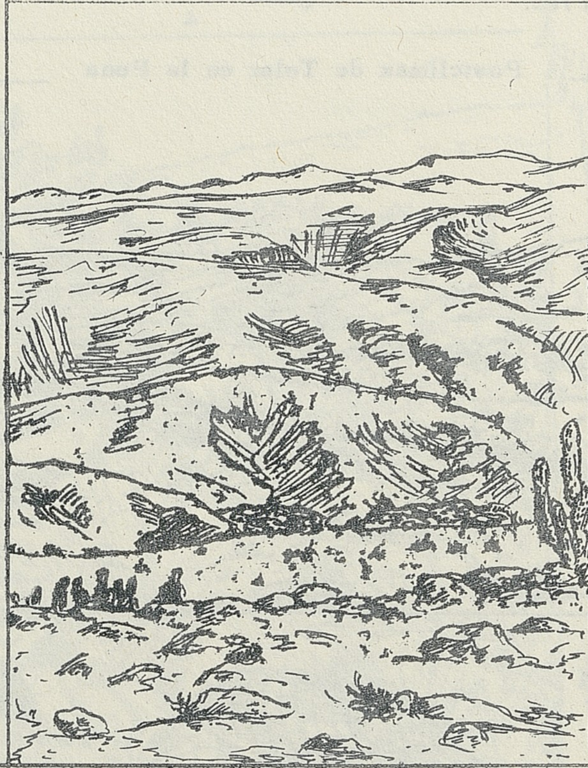
1. *Galea* 2. *Chaetophractus* 3. *Conepatus*

3º.- Preclimax de los muros cordilleranos

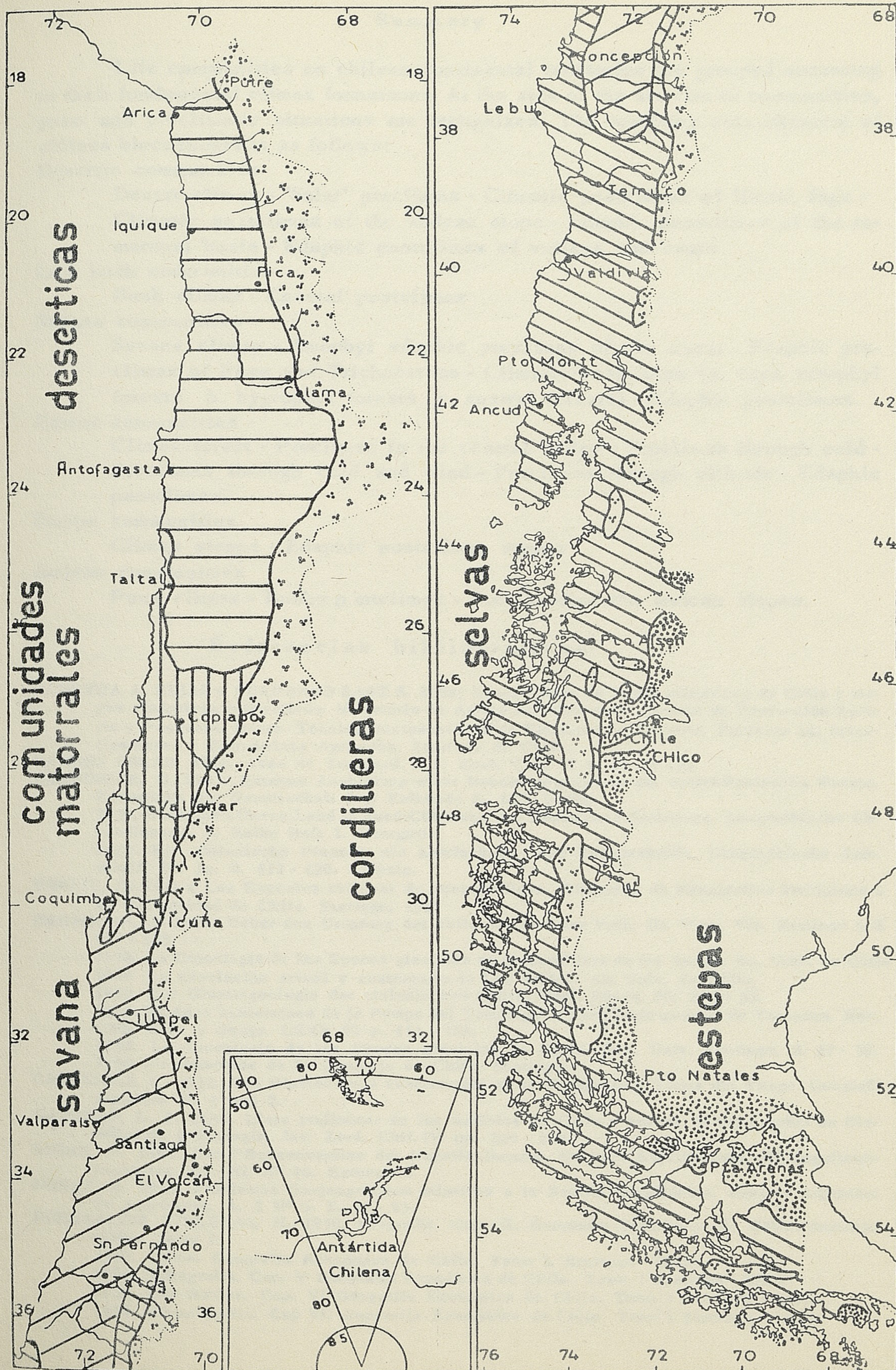
Los violentos declives del sustrato en este medio ambiente traen consigo una fuerte erosión del terreno y una menor disponibilidad de agua. Vegetales xerófilos y hierbas anuales reemplazan entonces a los dominantes de la Puna. Multiples plantas y animales ajustados para existir en ambientes rocosos o pedregosos encuentran aquí favorables condiciones para utilizar sus ajustamientos específicos. Es así como se encuentran ciertas formas de vegetales y animales desde los extremos septentrionales de las cordilleras chilenas hasta sus confines australes. Puede citarse al efecto como ejemplo *Lagidium viscacia* y las lauchitas del género *Euneomys*.

Preclimax de los Muros Cordilleranos





1. *Euneomys* 2. *Lagidium*


deserticas
comunidades
matorrales
savana
cordilleras
selvas
estepas
Putre
Arica
Iquique
Pica
Calama
Antofagasta
Taltal
Copiapo
Vallenar
Coquimbo
Vicuña
Illapel
Valparaiso
Santiago
El Volcan
Sn Fernando
Talca
Concepción
Lebu
Temuco
Valdivia
Pto Montt
Ancud
Pto Aisen
Chile
CHico
Pto Natales
Pta Arenas
Antártida
Chilena
72
70
68
74
76
18
20
22
24
26
28
30
32
34
36
38
40
42
44
46
48
50
52
54

Summary

Life communities on chilean continental territories are grouped according to their fundamental climax formatuons. At the side of the six climax communities, post- and preclimatic situations are recognized. The resulting classification of chilean biocoenosis is as follows:

Desertic communities

Desert climax - 'Salar' preclimax - Climatic postclimax of litoral fogs - Climatic postclimax of the andean slope - Edaphic postclimax of the tamarugal basin - Edaphic postclimax of valleys and oasis.

Low bush communities

Bush climax - Coastal postclimax

Savana communities

Savana climax - Amophyl edaphic preclimax of the coast - Edaphic preclimax of Puya and Trichocereus - Climatic postclimax (a. open xerophyl forests b. hygrophyl forests c. austral forests) - Edaphic postclimax.

Forest communities

Climax forest - Preclimax in the central valley - Preclimax through cold - Preclimax through cold and wind - Preclimax through altitude - Edaphic postclimax.

Steppe communities

Climax steppe - Edaphic postclimax steppe

Andean communities

Puna climax - Bushy p ostclimax - Preclimax of the andean slopes.

Referencias bibliográficas

ALMEYDA A. ELIAS y FERNANDO SAEZ S. 1958; Recopilación de Datos climáticos de Chile y mapas sinópticos respectivos. Ministerio de Agricultura Dirección General de Producción Agraria y Pesquera. Depto. Técnico Interamericano de Cooperación Agricola. Proyecto 14: Investigaciones Económicas Agrícolas. Santiago de Chile.

BARROS OSCAR 1954. Aves de Tarapacá. Inv. Zool. Chil. II 3. 4.: 35 - 64

BERNINGER, O. 1925. Extreme Ausbildung einer Nebelvegetation in der nordchilenischen Wueste. Zeitschrift der Gesellschaft fuer Erdkunde S. 383. Berlin

1929. Wald und offenes Land in Sued-Chile seit der spanischen Eroberung. Geographische Abhandlungen, 3, Reihe Heft 1. Stuttgart.

1933. Die chilenische Frontera als Landschafts- und Kulturscheide. Geographische Zeitschrift 39. Jg. S. 412 - 420. Leipzig.

BRNCIC, DANKO q Las Especies chilenas de Drosophilidae. Colección de Monografías biológicas d la Universidad de Chile. Santiago, 1957

BRUEGGEN, J. 1920. Ueber den Ursprung der chilenischen Seen. Verh. Dr. Wiss. Ver. Santiago 6, S 327 - 353.

1928. La Cronología de las Epocas glaciales de la Cordillera de los Andes. An. Univ. de Chile

1928 La Glaciación actual y cuaternaria de Los Andes. An. Univ. de Chile.

1929. Zur Glazialgeologie der chilenischen Anden. Geol. Rdsch. 20, S. 1 - 35.

1936. El Agua sunterránea de la Pampa del Tamarugal y Morfología general de Tarapacá. Rev. Chil. Hist. y Geogr. LXXX 88 p. 111 - 166.

1946. La Cronología de las Epocas glaciales de Chile. Rev. Univ. Santiago. S. 27 - 59.

1950. Fundamentos de la Geología de Chile. Santiago.

CALDENIUS, C. 1932. Las Glaciaciones cuaternarias en la Patagonia y Tierra del Fuego. Geograf. Annalem. H. 1 und 2.

CAPURRO, L. F. 1958. Lista preliminar de los Anfibios de Chile y breves Apuntes sobre su Distribución y Biología. Inv. Zool. Chil. IV pp. 289 - 299.

DUSEN, P. 1903. Die Pflanzenvereine der Magellanlaender. Svenska Expeditionen till Magellanslaenderna. Bd. III, Nº 10. Estocolmo.

DONAT, A. 1935. Problemas fitogeográficos relativos a la Región magallánica. Revista Argentina de Agronomía. A. 2 Nº 6. S. 86 - 95.

FUENZALIDA VILLEGAS, H. 1950. Orografía. Cap. II. Geografía Económica de Chile. Santiago Chile. Tomo I.

1950. Clima. Geografía Económica de Chile. Tomo I. Santiago - Chile.

1950. Hidrografía. Cap. V Geografía Económica de Chile. Tomo I Santiago - Chile.

1950. Los Suelos. Cap. VI Geografía Económica de Chile. Tomo I Santiago - Chile.

1950. Biogeografía. Cap VII Geografía Económica de Chile. Tomo I Santiago - Chile.

1950. Geografía Económica de Chile. Tomo I Cap. II Orografía y Cap. IV; Clima. Santiago.
1951. Las Terrazas Marinas en las Provincias de Linares y Maule. Informaciones Geogr. I., S. 12-13.
GARAVENTA, A. 1936. Por qué Componentes Vegetales estarían constituídos los Climax en la Provincia de Aconcagua. IX Congreso Científico General Chileno de 1936. 53-64.
GOETSCH, W. 1930. Expediciones Informativas por el País para el Estudio de la Fauna Chilena. An. de la Univ. de Chile, p. 1437-1481.
GOETSCH, W. und HELLMICH, W. 1932. Variabilitaet bei chilenischen Eidechsen und Froeschen. Ztschr. Indukt. Abst. u. Vererb.-lehre, Vol. 52, p. 67-72.
GRANDJOT, K. und GERTRUD G. 1936. Der Potrero Grande in der Kordillere von Santiago. Sonderabdruck aus Verh. des Dtsch. Wiss. Ver. zu Santiago. Chile. Neue Folge 3:30/66.
HAUMANN-MERCK, L. 1913. La forét valdivienne et ses limites. Rec. Inst. Botanique Leo Errera, IX. Bruxelles.
HELLMICH, W 1933. Biogeographische Grundlagen. Zool. Jahrb. 44. Abt. fuer Systematik.
1934. Die Eidechsen Chiles insbesondere die Gattung *Liolaemus*. Ver. Bay. Akad. Wiss. H. 24.
1952. Contribución al Conocimiento de la Sistemática y Evolución del Género *Liolaemus*. Inv. Zool. Chil. I. 8 p. 7-15.
HERSHKOVITZ, P. 1958. A Geographic Classification of Neotropical Mammals. Fieldiana: Zool. 36(6).
HETTNER, A. 1881. Das Klima von Chile und Westpatagonien, Bonn (Diss.).
1891. Das Klima von Chile und Westpatagonien. Strassburg.
IHERING, H. v. 1929. Klima und Flora von Westpatagonien im Wandel der Zeit. Petermanns Mitt. Gotha.
JEFFERSON, M. 1921. The rainfall of Chile. An. Geogr. Soc. Res. Ser. Nr. 7. New York.
KLUPP, E. 1956. Futterbau und Futterwirtschaft in Chile zwischen dem 30. und 24.º s. Br. In: Forsch. in Chile. Bonner Geogr. Abh. H. 17. Bonn.
KNOCHE, W. 1923. Ueber die noerdliche Waldgrenze in Chile. Ztschr. der Ges. fuer Erdkunde zu Berlin. S. 41
1927. Karten der Januar und Juli-Bewoelkung in Chile, in: Z. Ges. Erdkunde, p. 220-224, Berlin.
1929. Jahres-, Januar-, und Juli-Niederschlagskarten der Republik Chile. ibid., p. 208-216.
1930. Chile in: Klute, Hdb. d. Geogr. Wiss. Bd. Suedamerika. Berlin.
1931. Nebel und Garúa in Chile. Ztschr. der Ges. fuer Erdkunde zu Berlin.
KRIEG, H. 1939. Von den Anden Boliviens bis zum Atlantik. Ztschr. der Ges. fuer Erdk. Berlin 1-2.
1951. Als Zoologe in Steppen und Waeldern Patagoniens. 2. Aufl. Muenchen.
KUSCHEL, G. 1959. Nemonychidae, Belidae y Oxycorynidae de la Fauna Chilena con algunas Consideraciones Biogeográficas. Inv. Zool. Chil. 5: 229-271.
1960. Terrestrial Zoology in southern Chile. Royal Soc. Proc. B.
LAUER, W. 1952. Humide und aride Jahreszeiten in Afrika und Suedamerika und ihre Beziehungen zu den Vegetationsguerteln. Bonner Geogr. Abh., Heft 9: 15-98. Bonn.
LOOSER, G. 1930. Apuntes Estadísticos y Geográficos sobre las Cactáceas y en especial sobre las de Argentina y Chile. Rev. Univ., Santiago. Vol. 15 H. 4, p. 371-379.
1935. Argumentos Botánicos a favor de un Cambio de Clima de Chile Central en Tiempos Geológicos recientes. Rev. Hist. y Geogr. Santiago.
1936. Vegetación y Cambio de Clima en Chile Central en Tiempos Geológicos recientes. Rev. Sudam. de Botánica. 3.
1950. La Vegetación de la Quebrada del Tigre (Zapallar) y, en especial, sus helechos. Rev. Universitaria XXXV, Nº 1. Santiago-Chile.
MANN, G. 1945. Mamíferos de Tarapacá. Biológica Fasc. II. Santiago-Chile.
1948. Biología de la Antártica Sudamericana. Santiago.
1949. Biogeografía. Regiones Ecológicas de Tarapacá. Rev. Geogr. de Chile. II.
1951. Esquema Ecológico de Selva, Savana y Cordillera en Bolivia. Santiago-Chile.
1954. Las Aves Guaneras y las Posibilidades de incrementar la Producción de Guano blanco, en Chile. Rev. Chil. Hist. Nat. Nº 16 Año LIV. Santiago-Chile.
MARTIN, C. 1923. Landeskunde von Chile. 2. Aufl. Hamburg.
MEIGEN, F. 1893. Skizze der Vegetationsverhaeltnisse von Santiago in Chile. Bot. Jahrb.
MORTENSEN, H. 1928. Die Landschaft Mittelchiles. Verhandl. u. Wiss. Abhandl. des 22. Deutschen Geographentages zu Karlsruhe S. 113-129. Breslau.
1928. Das Formenbild der chilenischen Hochkordillere in seiner diluvial-glazialen Bedingtheit. Ztschr. der Ges. fuer Erdk. zu Berlin. S. 98-111
1929. Ueber den Abfluss in abflusslosen Gebieten und das Klima der Eiszeit in der Nordchilenischen Kordillere. Die Naturwissenschaften 17. Jg. S. 245-251.
1929. Ueber Vorzeitbildungen und einige andere Fragen in der Nordchilenischen Wueste. Mitt. Geogr. Ges. Hamburg XI, 202-239.
MUÑOZ CRISTI, J. 1950. Geología. Cap. III. Geografía Económica de Chile. Tomo I. Santiago-Chile.
1956. Chile. In: Handbook of South American Geology. Ed. William. F. Yenks Geol. Soc. of Am.; Memoir 65. New York.
MUÑOZ y PISANO 1947. Estudio de la Vegetación y Flora de los Parques Nacionales de Fray Jorge y Talinay. Santiago-Chile.
NEVEU-LEMAIRE, M. 1906. Les lacs des hauts Plateaux de l'Amérique de Sud, Paris.
OSGOOD, W. 1943. The mammals of Chile. Field Museum of Natural History.
PHILIPPI, JOHNSON y GOODALL 1946. Las Aves de Chile. Tomo I. Bs. Aires, 1946.
REICHE, K. 1907. Grundzuege der Pflanzenverbreitung in Chile. Die Vegetation der Erde VIII Leipzig.
SCHMITHUSEN, J. 1956. Die räumliche Ordnung der chilenischen Vegetation. In: Forsch. in Chile. Bonner Geogr. Abh. H. 17. Bonn.

SCHWABE, G. H. 1951. Circulación de Bioelementos y su Aspecto Chileno. Publicación de la Asociación de Agricultores 'Dr. Bertram Kalt'. 54 S. Concepción.

1952. Aporte a la Ecología Regional. Bol. Soc. Biol. d. Concepción. 27 S. 169 - 179.

1953. Caracteres Particulares del Ciclo del Agua y la Ecología de Chile. Bol. Soc. Biol. de Concepción. Bd. 26.

1956. Fie Oekologischen Jahreszeiten im Klima von Mininco (Chile) In: Forsch. in Chile. Bonner Geogr. Abh. H. 17. Bonn.

1957. Circulación de Bioelementos y su aspecto Chileno. Publ. Ass. Agricultores. Santiago.

SIMPSON, G. G. 1943. Turtles and the Origin of the Fauna of Latin America. Jour. Sci. 241.

SKOTTSBERG, C. 1916. Botanische Ergebnisse der Schwedischen Expedition nach Patagonien und dem Feuerland. 1907 - 1909 Kungl. Svenska Vetenskaps Akad. Handlinger LVI, Nr. 5 Stockholm.

1950. Apuntes sobre la Flora y Vegetación de Fray Jorge (Coquimbo, Chile). Meddelanden fron Göteborgs Botaniska Trädgord XVIII Göteborg.

TROLL, C. 1941. Studien zur vergleichenden Geographie der Hochgebirge der Erde. Bericht der 23. Hauptversammlung der Gesellschaft von Freunden und Foerderern der Rhein. Friedrich - Wilhelms - Universitaet Bonn, S. 49 - 96.

VELLARD, J. 1956. Repartition des Batraciens dans les Andes au Sus de l'equateur. Trav. Inst. Franc. d'Etud. Andin, Lima, 5, pp 141 - 161.

WEISCHET, W. 1958. Chile, Landeskundliche Uebersicht nach Beobachtungen auf einer Forschungsreise im Jahre 1956. Mitteilungen der Geogr. Ges. in Muenchen, Band XXXXIII.

WERDERMANN, E. 1931. Die Pflanzenwelt Nord- und Mittelchiles in: Karsten und Schenck. Vegetationsbilder 21. Reihe H. 6/7.

WETZEL, W. 1928. Geologische und Geographische Probleme des Noerdlichen Chile. Zeitschr. Ges. Erdkunde, Berlin, p. 273 - 289.

WILHELMY, H. 1952. Die Eiszeitliche und Nacheiszeitliche Verschiebung der Klima- und Vegetationszonen in Suedamerika. Deutscher Geographentag Frankfurt 1951 Tagungsber. S. 121 - 127.

WOLFFHUEGEL, K. 1949. Raetsel der Notohylaea. Revista Sudamericana de Botánica Nº 1 - 2. Montevideo, Uruguay.

ZAPFE, H. 1955. Filogenia y Función en *Austrochilus manni* (Araneae - Hypochilidae). Trabajos del Laboratorio de Zoología. Facultad de Filosofía y Educación. Universidad de Chile.

ESTUDIOS CROMATOGRAFICOS Y ELECTROFORETICOS EN CAMELIDOS SUDAMERICANOS

POR

LUIS F. CAPURRO S. y FRANCISCO SILVA G.

Centro de Investigaciones Zoológicas de la Universidad de Chile

Los lazos filogenéticos de los camélidos sudamericanos - guanaco, llama, alpaca y vicuña - constituyen un problema que no ha sido del todo dilucidado y cuya solución tiene indudablemente importancia por el rol que han tenido o que están llamados a tener en ciertas regiones áridas de nuestro continente.

Se considera que los camélidos actuales tuvieron su orígen en América del Norte donde actualmente ya no existen y, desde allí, en épocas remotas, habrían emigrado, por un lado, hacia el Asia dando origen a las actuales especies del género *Camelus* - "camellos" - y, por otro, hacia América del Sur, dando origen a las actuales llamas, alpacas, guanacos y vicuñas.

Estos camélidos sudamericanos se agrupan generalmente en dos géneros:

1.- Género *Vicugna*, que comprende una sola especie *Vicugna vicugna* - la "vicuña" - que vive hoy día salvaje un las grandes alturas andinas por sobre los 3.500 metros, desde más o menos la altura de Lima (Perú) hasta la altura de la parte norte de la provincia de San Juan en Argentina. Hay evidencias que en el período cuaternario la vicuña ocupó las partes bajas de la América austral pues se han encontrado sus restos fósiles hasta en la provincia de Buenos Aires. Hasta el presente no se sabe si los cambios climáticos ocurridos en las grandes pampas las eradicaron o si se trataba de una raza adaptada a la vida en esos ambientes.

2.- Género *Lama* Frisch, 1775, en el que se reconocen 3 especies:

a.- *Lama guanicoe* - el "guanaco" - la única especie en estado salvaje actualmente, se encuentra en toda la cordillera andina desde el extremo norte del Perú hasta las islas de Tierra del Fuego y Navarino.

Para ambientes situados a alturas superiores a los 4.000 metros se describe en el Perú una raza geográfica de tamaño más pequeño, *Lama guanicoe cacsilensis*. Además, es frecuente encontrar individuos albinos, carácter al parecer determinado por un gen recesivo y que, en consecuencia, sólo se manifiesta en estado homozigótico.

b.- *Lama glama* - la "llama" -, en la actualidad sólo existe como animal doméstico pero restos fósiles encontrados en Bolivia y en diversas partes del territorio argentino revelan que en épocas remotas hubo en estado salvaje un animal idéntico a la actual llama y distinto del guanaco. Hoy día hay llamas en el Perú desde el departamento de Huanuco hacia el Sur, en la parte occidental de Bolivia, en el extremo norte de Chile y en el extremo noroeste argentino, hasta la altura de Catamarca.

No hay una explicación plausible de su desaparición de todas las zonas bajas y fértiles de su área de dispersión sobre todo si se tiene en cuenta que en

el cuaternario existía hasta en la costa del Rio de la Plata; parece probable que un cambio climático haya terminado con el animal al estado salvaje.

c.- *Lama pacos* - la "alpaca" - sólo se encuentra hoy día al estado de domesticidad y en cantidades apreciables en Perú y Bolivia. Sin embargo, en otros tiempos existió en Argentina, habiéndose hallado unos pocos restos subfósiles, contemporáneos de las más primitivas razas humanas que habitaron el país pero no ha sido posible saber si se trataba de animales salvajes o ya domesticados. Se reconocen varias razas de alpacas que se distinguen fundamentalmente por la calidad de su lana.

Hasta hace pocos años atrás se creía que las especies del género *Lama* no eran sino formas diversas de una especie única, el guanaco. La llama y la alpaca serían, en consecuencia, razas domésticas del guanaco que habrían sido obtenidas gracias a las habilidades zootécnicas de los antiguos incas o de razas aborígenes anteriores a ellos. Esta idea encontraba apoyo en el hecho de que las 3 formas pueden cruzarse sin dificultad dando orígen a híbridos indefinidamente fecundos, a pesar de que este argumento pierde fuerza si se recuerda que las tres especies de *Lama* se cruzan también sin dificultad con la vicuña, originando igualmente híbridos fértiles.

Las investigaciones paleontológicas revelaron que en el pleistoceno y antes de que el hombre apareciera en nuestro continente había llamas y alpacas cuyos fósiles es posible encontrar en diferentes lugares. Esto estaría significando que las dos especies mencionadas habrían existido en estado salvaje para desaparecer posteriormente en ese estado y conservarse sólo en domesticidad, fenómeno que puede homologarse con lo que ocurrió en el viejo mundo con el perro, o el vacuno (Cabrera y Yepes, 1940).

Simpson (1945) basándose en datos principalmente paleontológicos considera a las 4 especies que nos preocupan como pertenecientes al género *Lama*, valorizando así los estrechos lazos que existen entre las cuatro formas, idea que concuerda con la facilidad de apareamiento que muestran y que lleva, como ya hemos dicho, a la formación de híbridos interespecíficos indefinidamente fecundos.

Ante estos hechos hemos pensado que la aplicación de métodos bioquímicos capaces de revelar la individualidad bioquímica específica gobernada genéticamente tales como la cromatografía de partición sobre papel aplicada al estudio de extractos musculares e hidrolizados musculares y la electroforesis sobre papel de los sueros sanguíneos de estos camélidos sudamericanos podría proporcionar datos que pudieran aclarar el problema de las relaciones filogenéticas que existen entre estas especies.

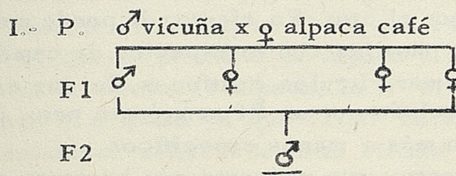
En este trabajo se analizan los resultados que hemos logrado en los estudios experimentales realizados en el último tiempo en los laboratorios del Departamento de Evolución del Centro de Investigaciones Zoológicas de la Universidad de Chile.

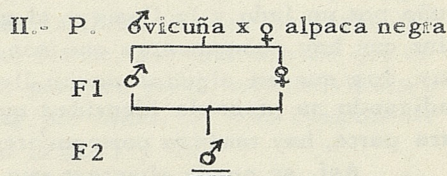
Materiales y método

Hemos usado como material biológico para nuestros trabajos a la población de camélidos sudamericanos actualmente existente en el Jardín Zoológico de Santiago y que asciende a un total de 40 individuos entre los que se cuentan ejemplares de ambos sexos de:

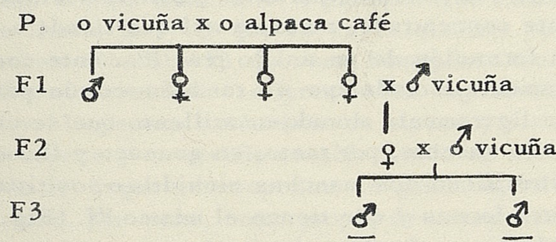
-guanacos cafées y albinos
-llamas
-alpacas
-vicuñas
-pacovicuñas machos, generación F2, obtenidos por el cruzamiento de híbridos de F1, provenientes, a su vez, del cruzamiento de vicuña macho y alpaca hembra.*
-híbridos obtenidos por el cruzamiento de vicuña macho y hembra de pacovicuña F1 recruzada con vicuña macho y a los que denominaremos pacovicuñas siete octavos. **

* De acuerdo a los siguientes cuadros de pedigree:





** De acuerdo al siguiente cuadro de pedigree:



Además, como material de comparación hemos utilizado algunos ejemplares de un ciervo europeo -*Dama dama var. albina*- aclimatado en el mismo Jardín Zoológico.

Las muestras de tejido muscular se obtuvieron mediante biopsias hechas en la región del muslo y en la región pectoral, las muestras de sangre fueron obtenidas por punción directa en la vena femoral.

Una parte del tejido muscular fue utilizado para obtener extractos macerándolo en homogenizadores de vidrio con suero fisiológico de mamíferos en proporción de 2 cc. de suero por cada 500 miligramos de tejido. Otra parte del tejido muscular fue sometido a hidrolisis ácida por espacio de 20 horas, luego evaporado a sequedad y, por último, disuelto en etanol absoluto con el objeto de obtener hidrolizados.

Los extractos musculares fueron estudiados por cromatografía de partición sobre papel, tanto en forme circular, como unidimensional descendente. Se usó papel Whatman Nº 1, como solvente una mezcla de n-butanol, ácido acético y agua en proporción 4:1:2.25 y se reveló con una solución acuosa tamponada de ninhidrina al 0,4%. (tampón $Na2HPO4$ $KH2PO4$ de pH 6,98).

Los hidrolizados musculares fueron estudiados por cromatografía bidimensional descendente, usándose los mismos solventes ya indicados y revelando con una solución alcohólica de ninhidrina al 0,1%.

Los sueros sanguíneos fueron sometidos a electroforesis sobre papel utilizando un equipo Elphor de electroforesis horizontal, papel Whatman 3 MM y como buffers la solución tampón de Michaelis de pH 8,2 y una fuerza iónica

0,075 que se prepara agregando 22 grs. de dietilbarbiturato de sodio y 14,57 grs. de acetato de sodio cristalizado (3H2O) a 190 ml. de HCl 0.1 N y completando el volumen hasta 3 litros con agua destilada. (Morales Malva, 1958).

Se reveló con el método del azul de bromo - fenol según Durrum y el estudio cuantitativo se hizo utilizando un Analytrol Spinco serie D. (1).

Resultados de los estudios cromatográficos.

El estudio cromatográfico de los extractos musculares de guanaco, llama, alpaca y vicuña, de los híbridos pacovicuña F2 y del ciervo *Dama* nos llevó a los siguientes resultados:

1.- Los patrones cromatográficos circulares, a pesar de la poca separación que hemos logrado con este método, muestran ya semejanzas entre la alpaca y la vicuña por un lado y la llama y el guanaco por el otro. En efecto, de puede apreciar que hay componentes que son comunes para las cuatro especies de camélidos, los que en algunos casos llegan a formar círculos contínuos, lo que está indicando su probable identidad química revelada por un Rf semejante pero, por otra parte, hay también componentes que son más o menos específicos.

Así, se puede observar que, a la muestra, que conserva aún bastante material, sigue en alpaca y en vicuña un componente que con la ninhidrina da color café claro, el que tiene un Rf muy semejante a otro componente ninhidrino-positivo de color violáceo. De estos dos componentes, solo el violáceo existe en el guanaco y la llama. Sigue luego otro componente ninhidrino-positivo violáceo que es común para los cuatro y bastante concentrado, tanto es así que tiende a difundir lateralmente dando lugar a la formación de un anillo practicamente contínuo. Sigue después una mancha ligeramente morada que es también común para los cuatro, en seguida, un componente ligeramente morado-amarillento que se evidencia sólo en alpaca y vicuña, estando ausente, por tanto, en guanaco y llama. Por último y a cierta distancia, se estratifican dos manchas ninhidrino-positivas que parecen ser comunes para las cuarro formas y que tienen el mismo Rf. (Fig. 1 y 2).

Estos primeros resultados dejan en claro dos hechos:

a.- En los patrones cromatográficos circulares de extractos musculares hay similitudes bastante grandes que pondrían en evidencia el estrecho parentesco bioquímico de los cuatro camélidos sudamericanos.

b.- Por otra parte, hay también diferencias muy sugestivas que permiten hacer por el momento, dos grupos con ellos: vicuña y alpaca por un lado y guanaco y llama por otro.

2.- Los patrones cromatográficos obtenidos por descenso y en los que se logra una mayor separación de los diversos componentes de la muestra problema, confirman plenamente los resultados de la cromatografía circular.

El patrón del guanaco presenta 10 manchas estratificadas a lo alto del cromatograma de las cuales 8, (Nº 1, 2, 3, 5, 7, 9, 12 y 13), son comunes con las que aparecen en los patrones de las otras 3 especies, las otras dos son diferenciales: la mancha Nº 6 no existe en la llama pero en cambio se encuentra en la

(1). Agradecemos las facilidades que nos ha brindado el Sr. Director del Jardín Zoológico Nacional, don Galo Pérez, y la cooperación que hemos encontrado en el personal, especialmente en el Dr. Luis Gonzáles. Agradecemos igualmente la gentil colaboración de la Sra. Ilse Oberhauser del Instituto de Neurocirujía y de la Sección Físico - química que dirige la Sra. Graciela Leyton, cuya ayuda ha sido inapreciable para nosotros.

alpaca y en la vicuña y la Nº 8 existe también en llama y en vicuña pero no en alpaca.

El patrón de la llama ofrece igualmente 10 manchas ninhidrino-positivas de las cuales 8 son, como ya hemos dicho, comunes para las cuatro especies. Las otras dos manchas son diferenciales, la mancha Nº 8 es común con guanaco y con vicuña y no existe en alpaca y la Nº 10 no existe en guanaco, en cambio se encuentra en alpaca y en vicuña.

Los patrones cromatográficos de alpaca y de vicuña aparecen bastante semejantes presentando el de alpaca 12 manchas ninhidrino-positivas y 13 el de vicuña, de éstas 8 son comunes con guanaco y llama, 4 son diferenciales con respecto al guanaco y la llama: la Nº 4, un componente café que en los cromatogramas circulares aparece superponiéndose con un componente morado violáceo, está ausente en llama y guanaco, la Nº 6 que existe también en guanaco pero que está ausente en llama, la Nº 10 que está también en llama pero no en guanaco y la Nº 11 que es privativa de alpaca y vicuña. Por último, hay una mancha que diferencia a vicuña de alpaca, la Nº 8, pero que, por otra parte, acerca vicuña a guanaco y a llama ya que existe en ambos. Hay por tanto, un solo componente que establece diferencia entre vicuña y alpaca. (Fig. 3 y 4).

En resumen, hay 8 manchas ninhidrino-positivas que son comunes a las cuatro especies de camélidos estudiados: las dos manchas basales, las que están unidas por un largo rastro (1'), una tercera mancha violácea que en la llama aparece menos concentrada, la mancha Nº 5, que en vicuña y alpaca está íntimamente elacionada con la mancha Nº 4 exclusiva de ellas dos, la mancha Nº 7 muy abundante en llama, la Nº 9 que es especialmente concentrada en vicuña y alpaca y las manchas Nº 12 y 13 que son homogéneas en las cuatro formas.

Como manchas diferenciales aparecen:
las Nº 4 y 11 que son exclusivas de alpaca y vicuña, la Nº 6 que aparece en guanaco, en alpaca y en vicuña estableciendo un nexo bioquímico entre estas tres especies, la Nº 8 que se encuentra en guanaco, en llama y en vicuña y que podría considerarse, por tanto, como propia de estas tres formas y la Nº 10 que se hace evidente en llama, en alpaca y en vicuña estableciendo una relación más estrecha entre estas especies.

Junto con los extractos musculares de guanaco, llama, alpaca y vicuña se sometió a cromatografía descendente extractos del hCbrido pacovicuña F2, obteniéndose los resultados que era dable esperar teóricamente: en efecto, los cromatogramas del híbrido reproducen casi exactamente los de la vicuña, se aprecia en ellos las 8 manchas que son comunes a las cuatro especies, las 4 manchas diferenciales para alpaca y vicuña en relación con guanaco y llama y aquella que diferencia a vicuña de alpaca, eso sí que en el híbrido aparece mucho menos concentrada.

Estos resultados permiten concluir por el momento:

a.- Hay semejanzas evidentes en la arquitectura general de los patrones cromatográficos de las cuatro especies estudiadas, las que delatan su estrecho parentezco bioquímico.

b.- La alpaca y la vicuña muestran una semejanza extraordinaria ya que difiere en un solo componente lo que se refleje igualmente en el híbrido, el que presenta un patrón intermedio entre ambos.

c.- El guanaco y la llama muestran su propia individualidad bioquímica dentro de una sugerente semejanza y, al mismo tiempo, cada una de ellas ofrecen nexos bioquímicos propios con la vicuña y la alpaca.

Con el objeto de disponer de material de comparación sometimos a cromatografía descendente extractos musculares del ciervo europeo *Dama dama, var. albina*, perteneciente a una familia y a un suborden diferente.

Los patrones cromatográficos de este ciervo presentan una arquitectura bastante diferente en los que se estratifican 12 manchas ninhidrino-positivas, de las cuales 5 se corresponden con manchas homólogas de camélidos sudamericanos. En efecto, hay una mancha cuyo Rf coincide con la mancha Nº 3, presente en guanaco, llama, alpaca, vicuña y pacovicuña F2, hay otra que corresponde a la mancha Nº 5, también común para todos ellos, una tercera mancha que alcanza una altura semejante a la mancha Nº 9, que es también comBn, una cuarta que presenta un Rf semejante al componente Nº 12, presente también en todos ellos aunque menos concentrada y, por último, un quinto componente que se corresponde exactamente con la mancha Nº 13, presente en todas las especies materia de nuestro estudio y en el híbrido pacovicuña F2. Hay también una mancha que coincide con la mancha Nº 6 presente en guanaco, alpaca y vicuña pero ausente en llama. Por otra parte, hay también 6 manchas que no tienen homología con las manchas respectivas de los patrones de alpaca, vicuña, guanaco, llama y pacovicuña y que son las que establecen una neta individualidad bioquómica en esta especie con respecto a las ya mencionadas.

3.- El estudio de los hidrolizados musculares por cromatografía bidimensional, nos llevó a resultados igualmente interesantes.

Los patrones cromatográficos obtenidos con hidrolizados musculares de guanaco, llama y alpaca muestran la existencia de 18 manchas que son comunes para las tres especies, tanto para los machos como para las hembras. Solo se aprecian pequeñas diferencias de tipo cuantitativo, así por ejemplo, la mancha Nº 12 aparece poco concentrada en el guanaco hembra y con tendencia a la dilución en el macho, también se observa tendencia a disolución en la alpaca.

Con respecto a la mancha Nº 13 se observa que aparece siempre muy poco concentrada en el macho de llama y concentrada en la hembra estableciéndose así una diferencia de tipo cuantitativo en cuanto a ese aminoácido entre los dos sexos de llama. En la alpaca se observa también tendencia a la dilución

En cuanto a la mancha Nº 14 se hace evidente que en la hembra de guanaco aparece siempre diluída en cambio en el macho es siempre concentrada y, a veces, provista de un gran rastro. En la alpaca es siempre diluída. Por último, la mancha Nº 15, que es siempre débil, se hace notablemente diluída en la alpaca. (Fig. 5).

Los patrones obtenidos con hidrolizados musculares de vicuña hacen evidente la existencia de solo 14 manchas que se corresponsen exactamente con las homólogas de las otras 3 especies, faltan, en consecuencia, las manchas Nº 13, 14 6 15 y de la Nº 17, que aparece siempre como una mancha muy nítida provista de un gran rastro en guanaco, llama y alpaca, subsiste solo un rastro difuso pero muy extendido. Las manchas Nº 8 y 9 presentan generalmente rastros que son indicio de su concentración.

De acuerdo con la posición de las manchas en los patrones cromatográficos bidimensionales obtenidos con hidrolizados musculares hemos hecho una identificación tentativa que no hemos constatado aún por métodos bioquímicos y que sería la siguiente:

mancha Nº 1.- ácido aspártico
mancha Nº 2.- ácido glutámico
mancha Nº 3.- cistina
mancha Nº 4.- cisteína
mancha Nº 5.- serina
mancha Nº 6.- glicocola
mancha Nº 7.- glicilglicina
mancha Nº 8.- treonina
mancha Nº 9.- , alanina

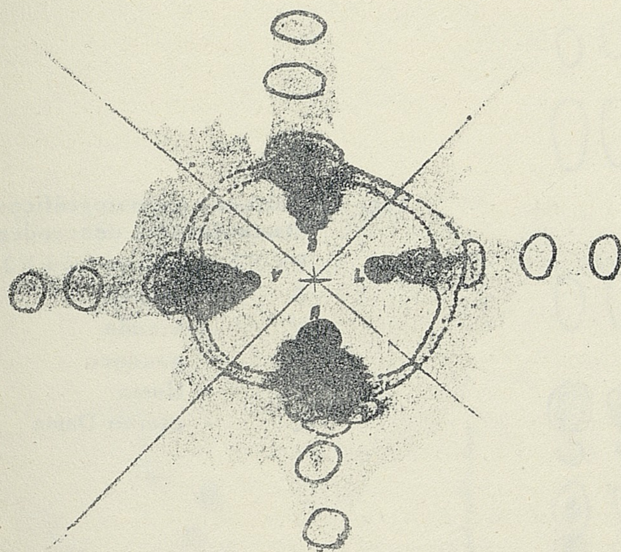
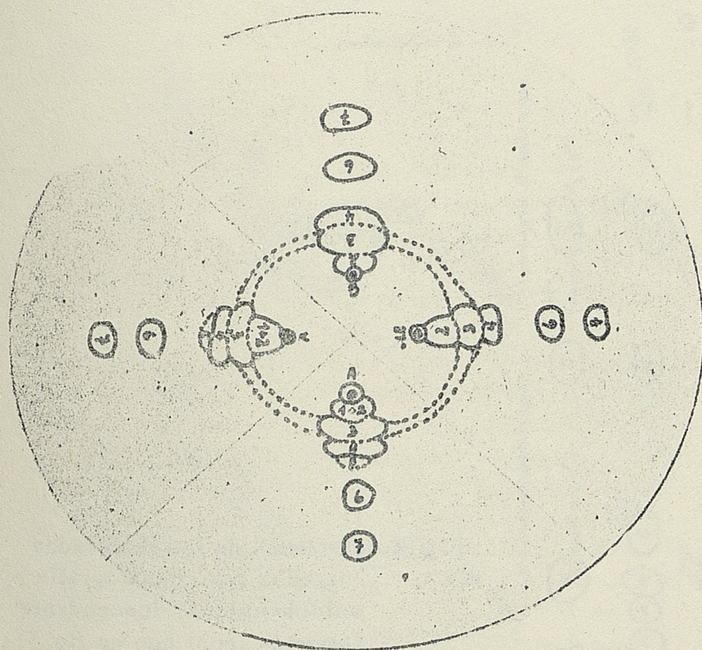


Fig. 1.- Patrones cromatográficos circulares
A - alpaca
V - vicuña
L - llama
G - guanaco



Cromatografía Circular.
V = Vicuña   A = Alpaca
G = Guanaco   Ll = Llama.

Fig. 2.- Esquema de los resultados logrados por cromatografía circular. (leyenda como en fig. 1).

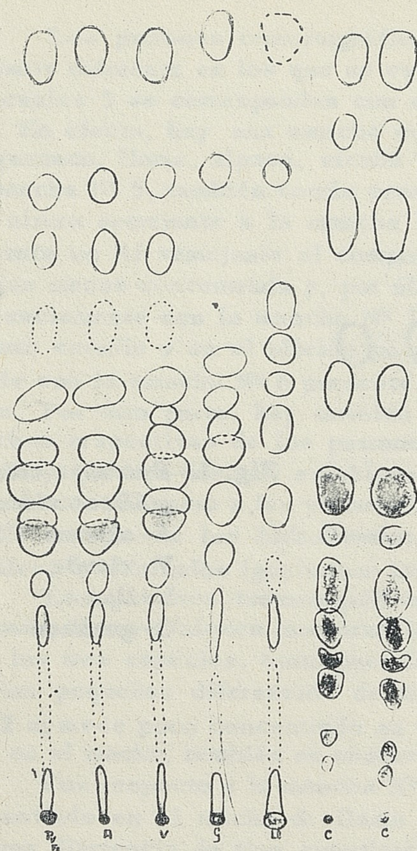


Fig. 3.- Patrones cromatográficos unidimensionales descendentes
Pv F2 - pacovicuña F2
A - alpaca
V - vicuña
G - guanaco
Ll - llama
C - ciervo Dama

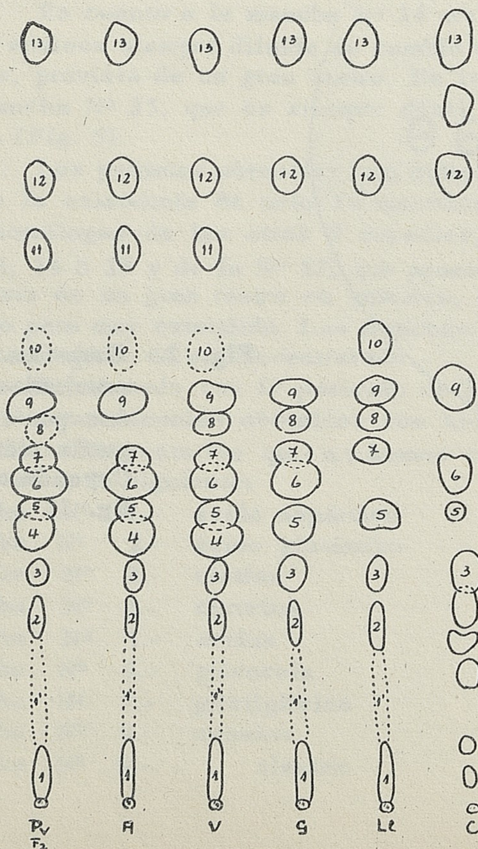


Fig. 4.- Esquema de los resultados logrados por cromatografía unidimensional descendente (leyenda igual que en fig. 3)

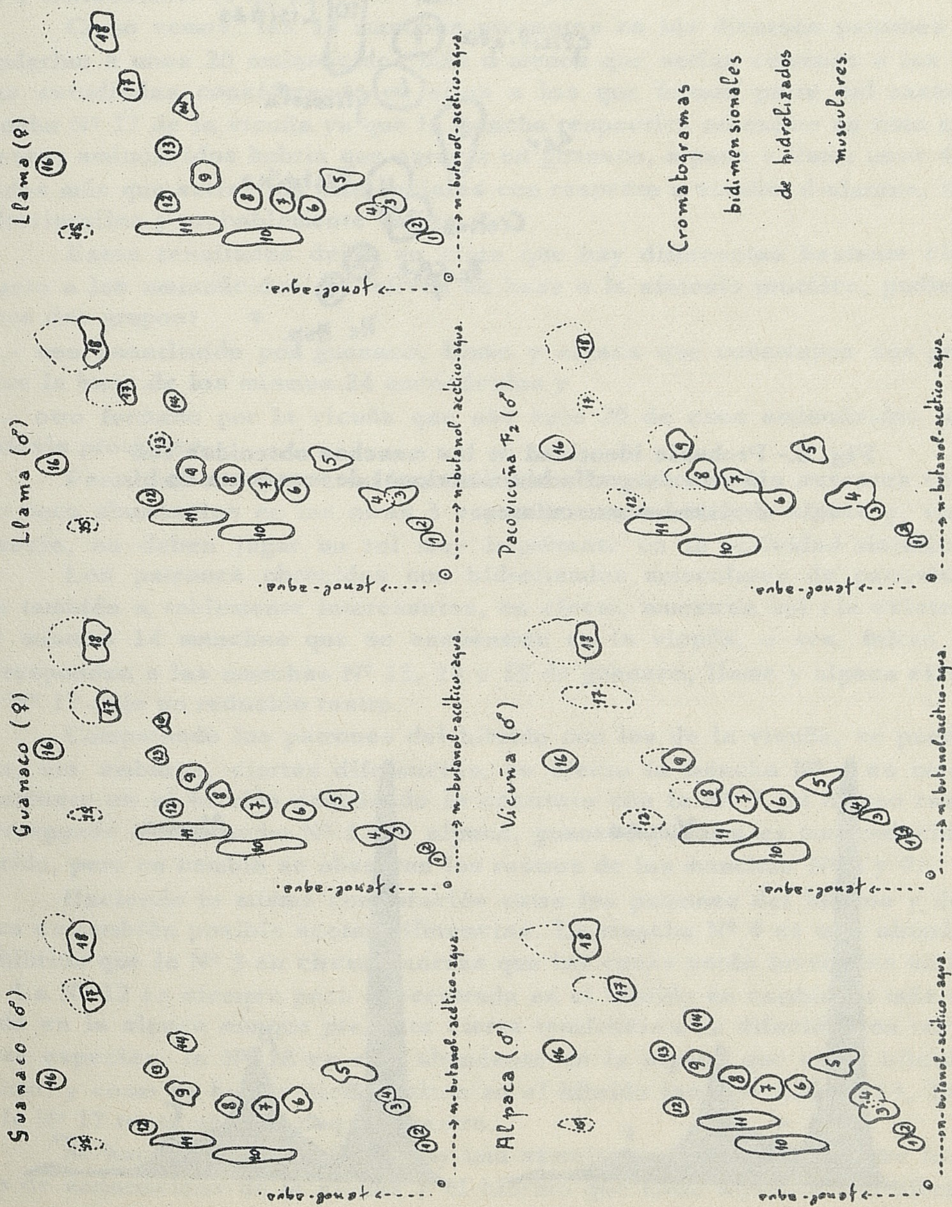


Fig. 5.- Esquema de los resultados obtenidos por cromatografía bidimensional descendente con hidrolizados musculares de guanaco, llama, alpaca, vicuña y pacovicuña F2.

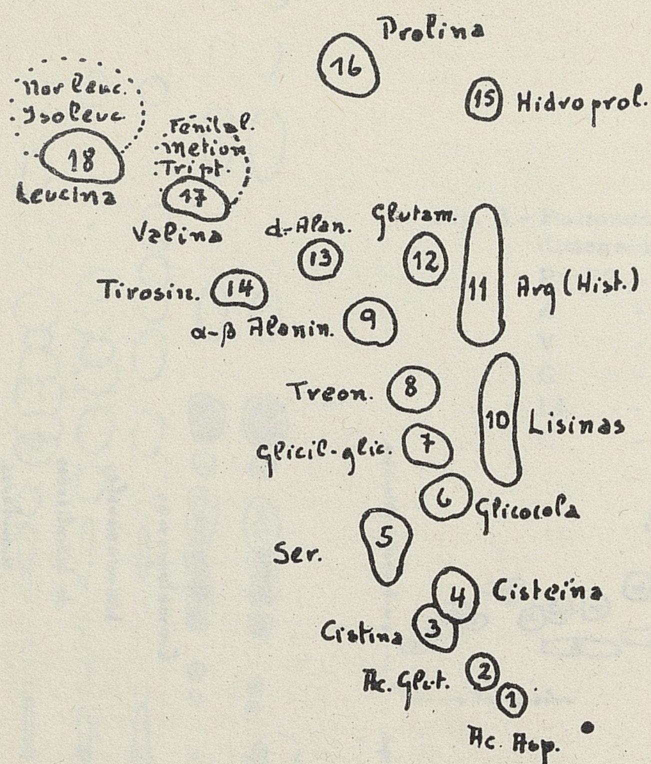


Fig. 6.- Probable identidad de las manchas obtenidas con la cromatografía bidimensional descendente de hidrolizados musculares.

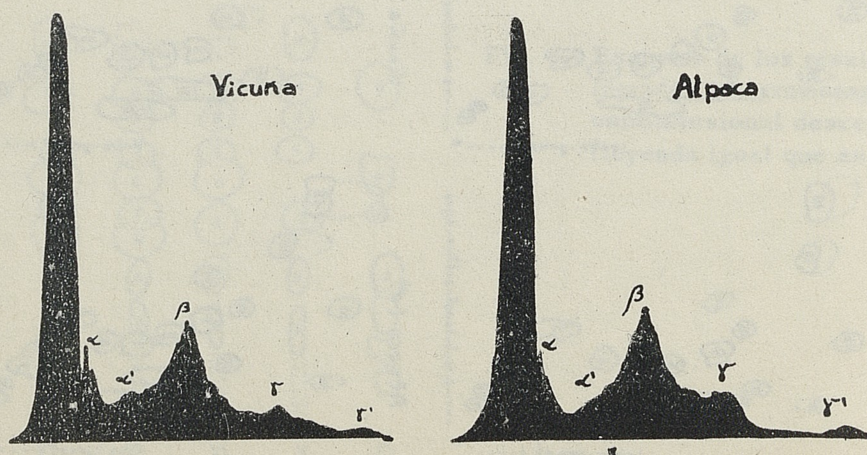


Fig. 7.- Electroferogramas de suero de vicuña y alpaca.

mancha Nº 10.- lisinas (probablemente más de una)
mancha Nº 11.- arginina mas histidina
mancha Nº 12.- glutamina
mancha Nº 13.- d-alanina
mancha Nº 14. tirosina
mancha Nº 15.- hidroxiprolina
mancha Nº 16.- prolina
mancha Nº 17.- valina
mancha Nº 18.- leucina

Los rastros que aparecen en las manchas Nº 17 y 18 y que se interpretan en general como efectos de dispersión producisos por iones salinos o debidas a la existencia de pequeñas cantidades de substancia podrían corresponder en la Nº 17 a pequeñas cantidades de fenilalanina, metionina o triptofano o a una mezcla de ellos. El rastro de la mancha Nº 18 podría corresponder a otras leucinas: nor o isoleucinas. (Fig. 6)

Como vemos, las 14 manchas presentes en los diversos patrones corresponderían a unos 20 aminoácidos más o menos que serían comunes a las 4 especies estudiadas considerando en ellos a los que forman parte del rastro de la mancha Nº 17 de la vicuña ya que la mancha respectiva no existe en esta especie. A estos aminoácidos habría que agregar en guanaco, alpaca y llama unos 4 aminoácidos más que serían los diferenciales con respecto a vicuña: d-alanina, tirosina, hidroxiprolina y probablemente valina.

Estos resultados dejan en claro que hay diferencias bastante claras en cuanto a los aminoácidos que sirven de base a la síntesis protéica, pudiendo hacerse dos grupos:

a.- uno constituído por guanaco, llama y alpaca que construyen sus proteínas sobre la base de los mismos 24 aminoácidos y

b.- otro formado por la vicuña que usa solo 20 de esos aminoácidos para sus síntesis protéicas.

Pero, por otra parte, no hay duda que los aminoácidos ausentes en vicuña son poco abundantes en las otras 3 especies en especial en alpaca y, en consecuencia, no deben jugar un rol muy importante en la actividad sistética.

Los patrones obtenidos con hidrolizados musculares de pacovicuña F2 son también n, tablemente interesantes, en efecto, muestran sol (la existencia de las mismas 14 manchas que se encuentran en la vicuña, o sea, faltan las que corresponden a las manchas Nº 13, 14 y 15 de guanaco, llama y alpaca existiendo del Nº 17 solo un reducido rastro.

Comparando los patrones del híbrido con los de la vicuña, se puede apreciar, sin embargo, ciertas diferencias, en efecto la mancha Nº 4 es mucho más abundante en el híbrido ocurriendo lo contrario con la Nº 5, el difuso rastro que corresponde a la mancha Nº 17 de alpaca, guanaco y llama es muy reducido en el híbrido, pero en cambio se observan los rastros de las manchas Nº 8 y 9.

Haciendo la misma comparación entre los patrones del híbrido y de la alpaca es también posible anotar diferencias. La mancha Nº 4 es más abundante en el híbrido que la Nº 3 en circunstancias que las cosas están invertidas en la alpaca. La Nº 12 es siempre poco concentrada en el híbrido en cambio es más concentrada en la alpaca aunque presenta cierta temdencia a la dilución con respecto a otras especies, la Nº 18 es mas abundante en la alpaca que en el híbrido y por último, y como ya hemos dicho, faltan en el híbrido las manchas Nº 13, 14 y 15 y de la Nº 17 resta solo un pequeño rastro.

Se hace evidente así que hay una semejanza mucho mayor entre los patrones de aminoácidos de la vicuña y el híbrido que entre aquellos del híbrido y la alpaca.

Conclusiones

Como hemos visto, la cromatografía pecular permite ya establecer diferencias entre las 4 especies de camélidos sudamericanos. En efecto, dentro de un plan estructural semejante, índice del estrecho parentezco que los une, los patrones cromatográficos circulares dan base para establecer dos grupos entre ellos:

1.- vicuña y alpaca.
2.- guanaco y llama.

La cromatografía inidimensional por descenso, al producir una mayor separación de la muestra problema, permite afianzar estas conclusiones. Si bien es cierto que continúa aún haciéndose evidente una arquitectura general semejante en los cromatogramas de las 4 especies no es menos cierto que alpaca y vicuña, aparecen unidas por estrechas afinidades bioquímicas lo que se revela en la existencia de 13 componentes ninhidrino-positivos comunes, pudiendo observarse un sólo componente diferencial, la mancha Nº 8. En cambio, guanaco y llama aparecen algo más diferentes revelando así cada uno su propua individualidad bioquímica. En efecto muestran, por un lado, I manchas comunes con alpaca y vuciña y, por otro lado, ofrecen también componentes que los acercan independientemente a vicuña o a alpaca (mancha Nº 6 de guanaco, mancha Nº 10 de llama), no faltan tampoco componentes que enlazan simultáneamente a guanaco y llama con vicuña.

El híbrido pacovicuña F2 corrobora estos resultados al mostrar en sus patrones cromatográficos de extractos musculares las mismas 13 manchas características de vicuña y alpaca y en lugar de la mancha Nº 8 que solo existe en la vicuña muestra una mancha más diluída, existiendo a este nivel de los patrones cromatográficos lo que pudieramos llamar una característica bioquímica intermedia entre las dos especies progenitoras.

Los patrones cromatográficos del ciervo *Dama* revelan una arquitectura general diferente como era dable esperar en una especie que pertenece a una familia: Cervidae y a un suborden: Ruminantia, diferentes a Camelidae y Tylopoda respectivamente. En efecto, sólo es posible apreciar 5 manchas comunes con las 4 especies de camélidos sudamericanos y una mancha común con guanaco, alpaca y vicuña, siendo las 6 restantes diferentes.

El estudio de los patrones obtenidos con hidrolizados musculares, es igualmente interesante: los patrones de las cuatro especies revelan la existencia de unos 20 aminoácidos comunes a todas ellas pero en guanaco, llama y alpac aparecen 4 más: d-alanina, tirosina, hidroxiprolina y valina de las cuales d-alanina e hidroxiprolina son, en general, poco concentradas y en especial en la alpaca la tirosina aparece muy poco concentrada, la hidroxiprolina esfumada y la d-alanina con tendencia a la dilución lo que la acerca grandemente a la vicuña donde estos aminoácidos faltan.

De acuerdo con estos resultados podríamos hacer con los camélidos sudamericanos dos grupos:

1.- guanaco y llama que construyen sus proteínas sobre la base de más o menos 24 aminoácidos.
2.- vicuña que lo hace sobre la base de sólo 20.

Entre ambos grupos y como un puente intermedio aparece alpaca que a pesar de tener los 24 aminoácidos típicos muestra los 4 que faltan en vicuña muy poco concentrados.

Sobre la base de estos datos proporcionados por los estudios cromatográficos podríamos intentar elaborar una posible teoría acerca de los lazos filogenéticos de las cuatro especies de camélidos sudamericanos. Parece posible pensar

que las cuatro especies derivan de un tronco común, del cual se habría desprendido en un primer momento la vicuña, como consecuencia de mutaciones que modificaron su metabolismo, determinando que sus síntesis protéicas se hicieran sólo sobre la base de 29 aminoácidos, este genotipo seleccionado por las condiciones ambientes habría quedado relegado a las grandes alturas cordilleranas donde si bien es cierto las condiciones de vida son más duras, sin embargo, encuentran menos competencia.

En un segundo tiempo se habría desprendido la alpaca que si bien aún construye sus proteínas sobre la base de los 24 aminoácidos típicos, habría sufrido también mutaciones que habrían modificado su metabolismo en forma tal que desde un punto de vista bi químico la acercan grandemente a la vicuña.

Llama y guanaco se habrían separado posteriormente manteniendo los 24 aminoácidos típicos como base estructural para sus proteínas y adquiriendo por selección su propia individualidad bioquímica.

La presencia de comp onentes protéicos comunes entre las cuatro especies o entre algunas de ellas serían evidencias claras de su común orígen.

Electroforesis de los sueros sanguíneos. Resultados y Conclusiones.

Hasta el momento no disponemos de un numero suficiente de electroferogramas de diferentes animales, de allí que no hayamos podido aún hacer cálculos de valores relativos y absolutos los que no tendrían valor estadístico sobre todo si recordamos que toda determinación hecha en suero sanguíneo representa sólo el estado transitorio en que él se encuentra y que hay variaciones normales tan manifiestas que llegan a ser estadísticamente significativas. Además hay otro factor condicionante y es que los diversos colorantes empleados no c dorean por igual a las diversas fracciones de seroalbúminas y seroglobulinas dada la extraordinaria complejidad de cada una de ellas.

A pesar del escaso número de muestras analizadas y de las limitaciones del método ya indicadas, los resultados parciales que hemos logrado nos parecen interesantes y prometedores dado que ellos parecen reafirmar las conclusiones que hemos obtenido a través de la aplicación del método cromatográfico.

En efecto, los electroferogramas de suero de vicuña y de alpaca revelan una similitud bastante notable lo que viene a reforzar nuestra idea de la existencia de estrechísimos lazos filigenéticos entre estas dos especies. (Fig. 7)

Los electroferogramas de suero de guanaco y de llama son diferentes estre sí y con respecto a los de vicuña y alpaca, siendo el de guanaco el más diferente. (Fig. 8)

Los electroferogramas obtenidos con el suero del híbrido pacovicuña F2 son, en general, bastante semejantes a los de vicuña y de alpaca, en especial al del primero haciéndose así evidente una vez más una mayor semejanza entre el híbrido y la vicuña. En cambio, los electroferogramas logrados con suero del híbrido pacovicuña 7/8 son diferentes de los de vicuña y alpaca haciéndose evidentes en ellos un notable aumento de las gama globulinas. No estamos aún en condiciones de hacer una interpretación de su significedo. (Fig. 9)

Los electroferogramas del suero del ciervo *Dama* presentan una arquitectura notablemente diferente de la de los camélidos sudamericanos, haciéndose así también evidente que los lazos filogenéticos con estas especies son ya algo distantes. (Fig. 10)

Presentamos estos resultados parciales porque nos ha pareciso sugerente hacerlo, pero como ya hemos dicho, no estamos aún en condiciones de extraer con

clusiones definitivas y a pesar de que puede discutirse el valor de las determinaciones hechas en suero sanguíneo porque sus resultados pueden variar por la acción de factores ambientes tales como el régimen alimenticio según parecen indicarlo determinaciones hechas por Kilian en *Pudu pudu* -"pudú"- (comunicación personal del autor).

Resumen

Los lazos filogenéticos de las dos especies silvestres: *Vicugna vicugna* y *Lama guanicoe* y de las dos especies domésticas: *Lama glama* y *Lama pacos*, de camélidos sudamericanos, constituyen un problema que no ha sido aún dilucidado.

En este trabajo se analiza este problema desde un punto de vista bioquímico mediante la utilización de la cromatografía de partición sobre papel y la electroforesis.

La cromatografía de extractos musculares nos ha permitido establecer estrechas relaciones entre la vicuña y la alpaca por un lado y el guanaco y la llama por otro, a pesar de que en estos últimos cada especie revela su propia individualidad en forma bien definida. El híbrido pacovicuña F2 muestra un patrón intermedio entre los dos progenitores.

La cromatografía bidimensional de los hidrolizados musculares refuerza estos resultados permitiendo agrupar las 4 especies en dos grupos:

1.- Guanaco y llama que construyen sus proteínas sobre la base de unos 24 aminoácidos.

2.- Vicuña que lo hace sobre la base de sólo 20. Entre estos dos grupos y como un puente intermedio aparece la alpaca. El híbrido pacovicuña reproduce los resultados de la vicuña.

Sobre la base de estos resultados se sugiere una posible teoría acerca de los lazos filogenéticos de las 4 especies estudiadas.

La electroforesis, de la que disponemos al momento sólo de resultados parciales, refuerza estas conclusiones.

Summary

The phylogenetic relationships between the two wild species -*Vicugna vicugna* and *Lama guanicoe*- and the two domesticated species -*Lama glama* and *Lama pacos*- of the south american Camellidae constitute a problem which has not yet been cleared up.

In this work the problem is analyzed from the bi chemical point of view by means of paper partition chromatography and electrophoresis.

Muscle extract chromatography has allowed us to establish closer relation between the vicuña and the alpaca on one hand, and the guanaco and the llama, on the other, in spite of the fact that the latter species reveal their own well-defined individuality. The F2 pacovicuña hybrid bears a pattern intermediate between its parents.

Two-dimensional chromatography of muscle hydrolyzate confirmas these results, allowing grouping of the four species into two groups:

1.- Guanaco and llama, whose proteins contein a base of 24 amino acids.

2.- Vicuña, whose proteins contein a base of 20 amino acids. The alpaca appears between these two groups, as a bridge. Pacovicuña hybrids duplicate results obtained with the vicuña.

On the basis of these results a possible theory of the phylogenetic rela-

tionships of the four species studied is suggested.

Electrophoresis, which results are only partial, confirms these conclusions.

Referencias bibliográficas

CABRERA, A. y J. YEPEZ

1940. Mamíferos Sudamericanos.

SIMPSON, G. G.

1945. The principles of classification and a classification of mammals. Bulletin of the Am. Mus. of Nat. Hist., 85. New York.

MANN, G.

1958. Clave de Determinación para las Especies de Mamíferos Sivestres de Chile. Stgo. Chile.

MORALES, JUAN A.

1958. Estudio de las Proteinas del Suero Humano por medio de la Electroforesis en Papel.

CAPURRO, L. y F. SILVA.

1959. a. La Cromatografía de Partición sobre Papel en la Investigación de los Lazos Filogenéticos en Especies del Género *Bufo*. Inv. Zool. Chil., 5: 31 - 39.

1959. b. Estudios Cromatográficos en Especies y Poblaciones del Género *Pleurodema* Tschudi Inv. Zool. Chil. 5: 97 - 101.

1959. c. Valor Taxonómico del Estudio Cromatográfico del Veneno de las Parótidas de *Bufo spinolosus* y *Bufo variegatus*. Inv. Zool. Chil., 5: 189 - 197.

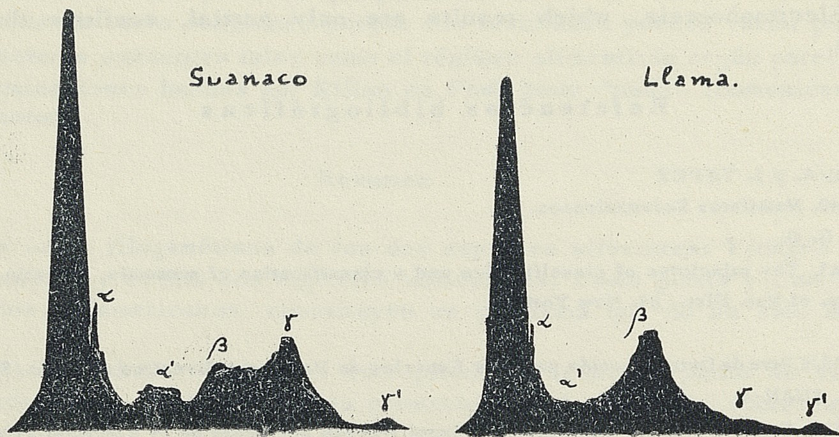


Fig. 8.- Electroferogramas de suero de guanaco y llama.

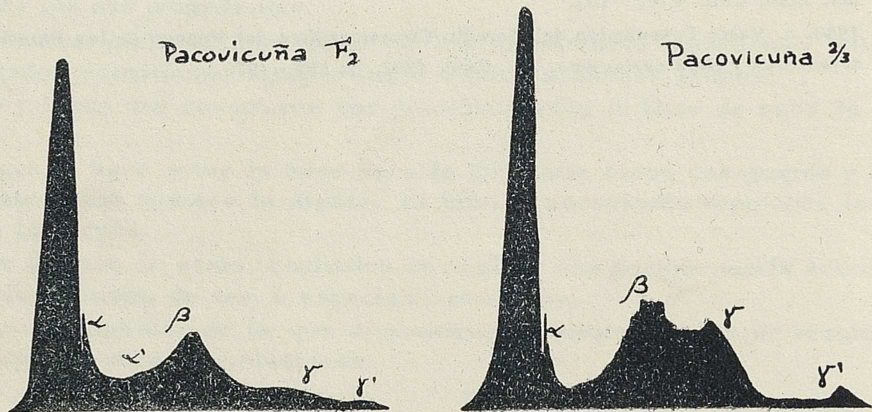


Fig. 9.- Electroferogramas de suero de pacovicuña F2
y de pacovicuña 2/3.

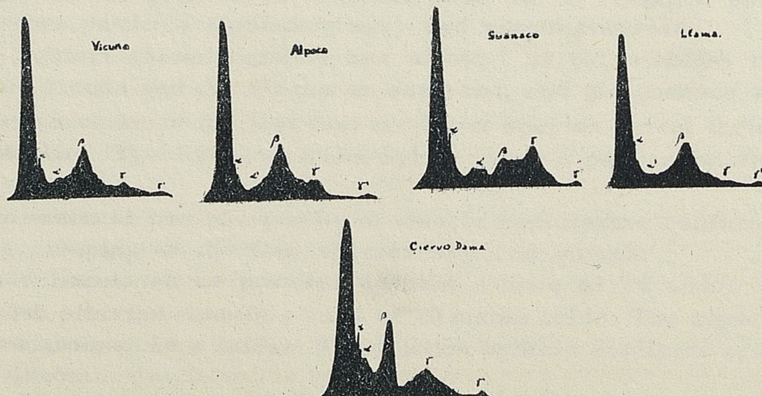


Fig. 10.- Electroferograma de suero sanguíneo de ciervo
Dama y de los 4 camélidos sudamericanos.

ECOLOGIA DE LOS REPTILES CHILENOS

POR

R. DONOSO - BARROS

Instituto de Biología "Carlos Porter". Fac. Cienc. Pec. y Med. Vet. y

Centro de Investigaciones Zoológicas de la Universidad de Chile

La configuración particularmente alargada del territorio chileno, tiene como consecuencia el establecimiento de zonas biogeográficas características, lo que repercutiendo sobre las distintas comunidades bióticas les ha impreso sellos característicos. En el caso particular de la herpetología, las influencias ambientales se reflejan en adaptaciones considerablemente acentuadas.

Para el biólogo y el ecólogo, que recorren las diferentes regiones chilenas, el contraste entre las distintas biocenosis resulta sorprendente. Los cambios de los distintos climax van seguidos de respuestas florales y faunísticas, en las cuales puede apreciarse con relativa facilidad el desarrollo de determinados caracteres que podrian juzgarse de valor adaptativo.

Ciertos accidentes generales de la geografía de Chile, han contribuído al establecimiento de biomos (agregaciones extensas de biocenosis), con ciertos caracteres definidos. Algunos de ellos provienen de desplazamiento de faunas limítrofes y otros parecen haberse organizado en forma independiente y autóctona.

Los fenómenos más relevantes que pueden mencionarse son los siguientes:

1.- Desplazamientos de los desiertos del sur del Perú a través de la Pampa del Tamarugal.
2.- Reemplazo de la Pampa del Tamarugal por zonas de extremada dureza, como el Desierto de Atacama.
3.- Penetración de faunas de la Puna desde Tarapacá hasta Atacama.
4.- Formación de un cierre por fusión de la cordillera de los Andes y de la Costa.
5.- Desarrollo de la zona del espinal.
6.- Formación del valle longitudinal.
7.- Desenvolvimiento de la región andina.
8.- Establecimiento de la selva húmeda.
9.- Disminución de la cordillera andina en la región austral con invasión faunística de orígen patagónico.
10.- Segregación insular.

Los accidentes geográficos señalados han establecido una sistematización muy definida de la herpetofauna, que podr8a sintetizarse en los siguientes grupos:

1.- Grupo de invasión peruana. (Ocupa Tarapacá en la costa, continuando por ella hasta Atacama y el Desierto del Tamarugal hacia el interior hasta aproximadamente el paralelo 22 sur).
2.- Grupo de invasión boliviana. (Se distribuye en la región de la Puna de Tarapacá y Antofagasta hasta el paralelo 25 sur).
3.- Grupo de la región precordillerana de Antofagasta entre Calama y San Pedro de Atacama, que constituye las formas del valle del río Loa y que se han desenvuelto con cierta independencia, aúnque en las proximidades de San Pedro existen ciertas formas del oeste argentino.

4.- Grupo del Norte Chico, que se desenvuelve en los valles y regiones costeras de Copiapó y Coquimbo.
5.- Grupo del espinal o centro chileno (característico de la zona centrochilena desde Santiago hasta las proximidades de Chillán).
6.- Grupo de la selva húmeda que se extiende desde Chillán hasta la región de Chiloé.
7.- Grupo cordillerano chileno, con una subzona en el Norte Chico.
8.- Grupo patagónico, que invade el territorio de Chile desde la región de Aysen a través de la disminución de la cordillera de los Andes.
9.- Formas insulares determinadas por aislamiento.

Herpetofauna de Invasión Peruana

Los desplazamientos de las zonas desérticas del sur del Perú, siguen en Chile a lo largo de Tarapacá constituyendo la llamada Pampa del Tamarugal, caracterizada por grandes planicies arenosas en las proximidades de la costa, o regiones pedregosas en las cercanías de los contrafuertes cordilleranos. Esta parte del territorio se encuentra interrumpida por la presencia de ríos de escaso caudal, que no siempre llegan al mar, pero que en sus riberas dan orígen a pequeños valles.

Los reptiles característicos del sur del Perú han ido desplazándose siguiendo la ruta de la costa, más pródiga en recursos, o la del desierto, considerablemente inhóspita. LLama la atención que solamente dos familias representadas exclusivamente por un género respectivamente entre los lagartos hayan invadido estas zonas, lo que seguramente es debido a condiciones especiales para afrontar las cenobiosis ofrecidas por el alto norte chileno.

La zona de la costa es ocupada por las formas del "rassenkreis" *Tropidurus peruvianus* y por el geckónido *Phyllodactylus gerrophygus*. Con respecto al primero, el centro del kreis, parece estar ubicado en la costa a la altura de Lima, y desde allí se ha desplazado por la costa en dirección norte hasta el Ecuador como lo señala Burt, y hacia el sur, alcanzando en Chile aproximadamente hasta el paralelo 28 Sur. A lo largo de su desplazamiento por la costa chilena puede mencionarse el establecimiento de varias formas subespecíficas bien definidas localizadas a determinadas áreas geográficas. La invasión de los valles a nivel de Arica hasta aproximadamente los 1.200 m. de altura, y la aparición de algunas morfosis dependientes de las razas locales en relación con algunas islas de la costa. Como lo señala Mertens, los *Tropidurus* poseen una gran tendencia a acomodarse a los más mínimas variaciones del biotopo que ocupan, lo que naturalmente dificulta la labor del taxónomo, que si siguiera un estricto criterio morfológico se vería en la situación de diversificar considerablemente este kreiss.

Sin embargo, pese a los esfuerzos que se hagan para no influirse por este hecho de la variación tan acentuada de este grupo, es necesario reconocer ciertas razas geográficas claramente definidas. Desde la costa de Tacna y Arica, las formas que se encuentran corresponden claramente a la forma *heterolepis* descrita primitivamente por Wiegman. Las variedades que existen en los alrededores de Iquique corresponden con indiscutible certeza a la forma *Quadrivittatus* de Tschudi, los grandes ejemplares de la costa antofagastina coinciden al ejemplar mencionado por Lesson como *araucanus* y las formas de la costa atacameña de menor tamaño y de melanismo acentuado deben ser considerados como distintas.

Este grupo se distribuye por la costa casi sin invadir región alguna, salvo en Arica en que los valles se conectan directamente con la costa, penetrando e invadiendo los valles, dando orígen de este modo a la variedad *tigris*.

Las diferencias morfológicas que se observan en las distintas razas del

grupo *peruvianus* son fundamentalmente establecidas en torno a la distribución de las manchas, a relaciones de las extremidades o de tamaño, sin embargo es muy difícil establecer sin un estudio detenido del microclima el valor adaptativo que ellas pueden tener; es muy probable que se trate más de una variación autotípica, que de tipo ecológico, por cuanto el caracter de la costa en lo que se refiere a clima y medios de nutrición a nuestros ojos presenta escasa variación.

Como factores adaptativos pueden mencionarse la gran longitud de las extremidades posteriores que les permite efectuar saltos entre las rocas. Su hábito omnívoro que les permite el consumo de algas, crustáceos y restos orgánicos de variado orígen, y el colorido general de su piel muy semejante a las rocas, en la edad adulta y a la arena en los períodos infantiles. El reflejo de la huída es muy manifiesto entre ellos y en general lo hacen hacia escondrijos próximos entre las rocas.

En lo que respecta al geckónido *Phyllodactylus gerrophygus*, este se distribuye por toda la costa llegando en el sur hasta las proximidades de Taltal, y extendiéndose hacia el este por los valles, alcanzando a zonas sobre los 1.200 m.

Al lado de la invasión costera, el desierto es también ocupado por un *Tropidurus* que corresponde a una especie diferente, el *T. thoracicus* Tschudi, que se distribuye por el desierto de Tarapacá hasta el sur del oasis de Pica. Esta especie raramente se observa en pleno desierto, aunque muy de tarde en tarde se suelen divisar ejemplares aislados. Sin embargo basta encontrar una pequeña comunidad humana, una estación de ferrocarril, un pequeño foco de vegetación para encontrar una comunidad relativamente abundante de este iguánido. En la región del valle de Mamiña, se ha diferenciado constituyendo una raza geográfica bien característica: *T. t. mamiñensis* e igualmente en Pica, la población ha adquirido una morfología, que si bien deriva del *T. thoracicus*, se aproxima a la forma *theresiae* del Perú, por lo cual le hemos denominado *T. t. theresioides*.

Al lado de las variaciones del *T. thoracicus*, debemos mencionar un extraño iguánido, que tiene su pariente más próximo en una lagartija de los desiertos de Catamarca, se trata del *Phrynosaura reiche* Werner, que parece ser el más desertícola de todos los reptiles de Chile. Solamente se le ha encontrado en pleno desierto, y dada su escasez solamente hemos dispuesto de 4 ejemplares para su estudio. Su distribución por el territorio chileno comprende Tarapacá y el ejemplar más austral fue colectado en las regiones desérticas próximas a Calama.

En lo que respecta a las adaptaciones a la vida desertícola, se observan algunas interesantes convergencias. Los párpados tanto de *Phrynosaura* como *Tropidurus thoracicus*, presentan flecos en su borde libre, lo que permite proteger al ojo de los desplazamientos de arena por el viento conservando la visión.

El colorido general de estas especies es muy semejante al tono grisáceo claro del desierto.

La región ventral muy blanca, que constituye seguramente una adaptación a evitar la absorción del calor de la arena sobrecalentada.

En el grupo del *Tropidurus* es digno de ser señalada otra adaptación a la vida desertícola y es la tendencia a desplazarse en posición bípeda apoyándose en la cola y en el tren posterior.

Los reflejos de huída de los *Tropidurus* del desierto tienden hacia la profundidad y no hacia el espacio corto, como lo hemos señalado en las formas de la costa.

Penetración de la fauna altiplánica

Las especies de la puna peruano-boliviana se desplazan por el norte constituyendo una amplia cuña, que penetra desde el límite chileno boliviano has-

ta las proximidades del paralelo 25 sur. Las biocenosis de la puna establecidas sobre los 3.500 a 4.000 mts., se caracterizan por violentos cambios climáticos, en los que contrastan días con temperatura media de 25 grados a noches en que el descenso térmico alcanza a 20 grados bajo cero. La flora de la puna se caracteriza por Gramíneas cortas (La paja brava, una *Festuca*) y por *Llaretia*. Las adaptaciones a la vida en el variable clima de la puna, deben orientarse a obtener una temperatura de cierta resistencia frente a los cambios ambientales. Una reproducción que asegure las crías de la desecación diurna o de los profundos descensos nocturnos. Pocas exigencias en cuanto a alimentación. Estas tres exigencias han sido cumplidas por los reptiles de la alta puna de Tarapacá y Antofagasta. Una de las especies más características es *Ctenoblepharis jamesi* Boulanger que constituye una de las formas grandes y que morfológicamente se aproxima a *Liolaemus multiformis*, la que sólo ha sido encontrada hasta el momento del territorio de la puna de Antofagasta y que es idéntica al *Liolaemus andinus* de Kowslosky. Una forma pequeña de amplia distribución tanto por la puna de Tarapacá como Antofagasta es el *Liolaemus alticolos* Barbour, que llega hasta los 2.500 mts.

Las especies grandes son vivíparas, (*Ct. jamesi* y *L. multiformis multiformis*), la forma *alticolor* presenta también la misma adaptación. La nutrición de de todas estas lagartijas es omnívora y su alimentación es variada, encontrándose constituída por insectos, restos vegetales etc.

En lo que respecta a la defensa contra las temperaturas, *Ctenoblepharis jamesi*, ocupa con gran frecuencia las cuevas de roedores como *Phyllotis boliviensis*, incluso en presencia de estos roedores, constituyendo con mucha probabilidad una asociación termófila del reptil hacia el mamífero. En lo que respecta a *Liolaemus multiformis multiformis*, que constituye una de las formas grandes, se ha demostrado experimentalmente en esta especie cierto grado de resistencia a las oscilaciones del calor. Existe también otro factor que puede tener valor adaptativo en la absorción del calor de las formas altoandinas y es la pigmentación ventral de las formas grandes, lo que seguramente interviene absorbiendo la temperatura del suelo. (Esto lo discutiremos más detenidamente cuando tratemos los reptiles patagónicos).

En *Ctenoblepharis jamesi* llama la atención por los flecos de sus bordes palpebrales inferiores lo que recuerda a los *Tropidurus* del desierto, como igualmente a *Phrynosaura*. Sin embargo esto no debe parecer extraño ya que si consideramos el género *Ctenoblepharis* este deriva de formas probablemente desertícolas como lo es *Ctenoblepharis adspersus* del Perú, heredando probablemente del tronco ancestral esta carácter ecotípico. Un hecho que llama considerablemente la atención es la enorme similitud que guardan *Ctenoblepharis jamesi* con *Liolaemus multiformis*, especie esta última que incluso es también portadora de flecos palpebrales. Boulanger estimaba que *Ctenoblepharis jamesi* y *Liolaemus multiformis* constituían formas de pasaje entre una y otra especie. Nosotros pensamos, que los géneros *Liolaemus, Phrynosaura, Ctenoblepharis* y *Proctotretus* derivan de troncos muy afines, cuyo genocentro ha estado representado por la meseta andina.

Zona herpetológica del rio Loa

En la zona de distribución del rio Loa, que recorre la parte norte de Antofagasta, la herpetofauna adquiere características peculiares. Ciertas formas argentinas como *Liolaemus signifer* se hacen presentes en los salares y en las proximidades de San Pedro de Atacama. Algunos ejemplares erráticos de *Liolaemus alticolor* que probablemete constituyen una raza local, acompañan hasta casi los 1.500 mts. de altura el recorrido del rio Loa. La Cordillera de Domeyko, inhóspito

cordón montañoso que cierra el Biomo de San Pedro de Atacama presenta también algunos *Liolaemus* probablemente emparentados con el grupo *pantherinus*, y cuya posición específica no hemos todavía esclarecido.

En las proximidades de Calama, desaparecen los últimos representantes del grupo *alticolor*, para ser reemplazados por una lagartija afín al grupo *lemniscatus*, del cual difiere considerablemente, pero que recuerda la distribución de esta lagartija centro chilena en torno a algunos riachuelos.

Zona del desierto de Atacama

La región atacameña se encuentra limitada hacia el norte por el impreciso límite de la pampa del Tamarugal, y hacia el sur se modifica paulatinamente por las secciones de los valles transversales de la región del Norte Chico, cuyo límite más claro está representado por la distribución del río Aconcagua y la fusión de la cordillera de la costa con la cordillera andina a nivel de la cuesta de Chacabuco.

La región del desierto atacameño constituye un biomo, integrado por varias cenobiosis. La costa atacameña representa una zona de invasión de los *Tropidurus peruvianus* en su forma atacameña, como así mismo los *Tejidae* del Género *Callopistes* se desplazan hacia la región norte, alcanzando incluso la parte sur de Antofagasta (Taltal) dividiéndose en las subespecies *atacamensis* de las proximidades de Caldera, y la variedad *manni* de Taltal.

Un grupo ecológico interesantísimo está constituído por el "rassenkreiss" del *Liolaemus nigromaculatus*. Este grupo de reptiles muestra una tendencia considerable a invadir la totalidad de los nichos ecológicos de Atacama y Coquimbo, adaptándose considerablemente a las distintas biocenosis. En las proximidades de Caldera en la costa de Copiapó, constituye la raza *L. n. bisignatus*, de pequeña talla, de color arena, muy semejante a las dunas en que se desenvuelve. Igualmente presenta como adaptación la tendencia a enterrarse en la arena, merced a los movimientos ágiles de su cola. Es digno de señalarse que en la única parte en que coexisten simultáneamente *Tropidurus* con *Liolaemus* es la costa de Atacama, sin embargo la considerable fijación a los respectivos biotopos hace que entre ambos reptiles ninguno se comporte como dominante. Los *Tropidurus*, considerablemente adaptados a buscar su alimento en el mar, son habitantes de las rocas y de las proximidades de las rompientes, en cambio los *Liolaemus* separados por escasos metros, construyen su existencia en torno a la pequeña biocenosis de las dunas. Como un elemento adaptativo al calor intenso de la región de la costa de Copiapó debe señalarse el vientre considerablemente blanco de esta forma de las arenas, el que seguramente contribuye a la reflaxión de los rayos calóricos.

En el desierto de rodados de Atacama, el "kreis" se encuentra representado por la forma *atacamensis*, caracterizada por su gran similitud con el tono general de las arenas. Los colores semáticos de esta forma de evidente valor críptico pueden considerarse de valor ecotípico. En las proximidades de Copiapó, se ha establecido la raza *copiapoensis*, de pequeño tamaño y que en compañía del *Liolaemus platei* ocupa regiones ecológicas parecidas, aunque este último tiene más tendencia a aproximarse a las habitaciones humanas.

A partir de Coquimbo, encontramos el establecimiento de otras formas del "kreis", las que difieren por un aumento del tamaño, un incremento del melanismo, y una disminución de la sociabilidad.

En la costa de Coquimbo, hasta las proximidades de Valparaíso se distribuye una forma característica de las formaciones rocosas *L. n. zapallarensis*, de considerable tamaño, y que elige como escondites las rocas y las pequeñas biocenosis de las formaciones de *Mesembrianthemum* de las dunas.

En la estepa de matorrales próxima a la costa se observa una forma diferente, el *L. n. kuhlmani*, como igualmente del *L. platei*.

La desaparición del desierto atacameño se va realizando paulatinamente en la provincia de Coquimbo, con el establecimiento de quebradas cubiertas de vegetación del tipo matorral. La aparición del matorral se hace cada vez más progresiva, llegando a cubrir los cerros de la cordillera de la costa, imprimiéndole características semejantes al centro de Chile.

Un acontecimiento herpetológico en la costa atacameña, es el desaparecimiento de las poblaciones de *Tropidurus* y su reemplazo por el *Liolaemus nigromaculatus zapallarensis*. Las poblaciones de geckos peruanos (*Phyllodactylus gerrophygus*) empiezan a disminuir progresivamente desde la parte antofagastina del desierto de Tarapacá, para interponerse en sus comunidades de las orillas y de las proximidades de las rompientes otro gecko, cuyo orígen parece ser la costa de Atacama; se trata de *Gonatodes gaudichaudi*, que en su distribución por el sur llega hasta las cercanías de la desembocadura del Aconcagua.

En la parte sur de Coquimbo, ya observamos reptiles característicos de las regiones centrochilenas, como *L. lemniscatus* y *fuscus* y hacia las regiones de los primeros contrafuertes cordilleranos, la presencia de *L. nitidus*, que se desplaza siguiendo los cordones hasta las proximidades de Vicuña.

Grupo Centro Chileno

La región centrochilena o del espinal, presenta un límite natural representado por la cuesta de Chacabuco y el rio Aconcagua. Los aspectos desérticos de muchas de las zonas de Atacama han desaparecido, para dar orígen a una vegetación típica, constituída por *Acacia cavenia, Baccharis*, etc.

La fauna del espinal está constituída por *Liolaemus lemniscatus*, de dimorfismo sexual muy marcado, de color café oliváceo, que habitualmente elige, como escondites formaciones de compósitas espinosas como *Xanthium, Cynara*, etc. En las formaciones color verde y con elementos boscosos a las orillas de los arroyos, se encuentra una lagartija bastante voluminosa *L. chiliensis*, que desplazándose por la región centrochilena, alcanza la selva austral de la región de los lagos.

Los cerros de la cordillera de la costa, como los primeros contrafuertes andinos, poseen una herpetofauna muy similar hasta donde coinciden las alturas. La cordillera no alberga por razones de su menor altura ninguna lagartija característica de los 3.000 metros, pero sí están representadas especies comunes como *L. fuscus, L. monticola, L. nitidus* y *L. nigroviridis*, siguiendo una estratificación ecológica muy semejante. En las partes más bajas 300 - 800 mts., encontramos *fuscus*, sobre los 800 - 1.500 se presenta *nitidus* y *monticola*. Y en las zonas más altas, Cordones del Cerro de la Campana, se ha descrito una raza del *nigroviridis*, lagartija característica desde los 2000 metros.

Determinadas regiones centro chilenas presentan incursiones de bosques de la selva austral, con presencia de *Notophagus*, y en ciertas zonas de esta naturaleza hemos encontrado un *Urostrophus* sp., característico de la selva austral.

La totalidad de las lagartijas centro chilenas, presentan una serie de adaptaciones crípticas muy apreciables. Las formas del matorral seco, o de las faldas de los cerros son café oliváceas (*L. fuscus, lenniscatus, nitidus, gravenhorsti*), las formas de los arbustos, bosques y matorral verde son de coloridos verdosos, y azulados como *L. tenius, L. chiliensis*. Los de regiones rocosas, de color pizarra (*Callopistes maculatus* y *L. monticola*).

La reproducción de todas con excepción de *L. gravenhorsti* es ovípara.

Grupo de la Selva

Desde Chillán la vegetación va adquiriendo el carácter de selva, que se inicia parcialmente en algunas regiones centro chilenas. El bosque se va modificando paulatinamente desde las formaciones de hoja caduca a la perenne. Algunas lagartijas logran desplazarse hacia el sur como *Liolaemus tenius*, que lo hace por la costa dando orígen a una raza geográfica considerablemente punteada, de la región de Concepción. Los reptiles característicos del Sur como *Liolaemus cyanogaster*, *L. pictus*, empiezan a hacerse presentes, junto con el característico género *Urostrophus*, representado por la especie austral *U. torquatus* Phill.

Como adapatciones ecológicas debemos señalar, la viviparidad característica de todas las formas del bosque. El aumento del melanismo que seguramente facilita la absorción del calor, y el desarrollo de una coloración críptica de tonos verdosos.

Grupo Cordillerano

La Cordillera de los Andes presenta en Chile una serie de fenómenos en relación con la herpetofauna. En la parte de Atacama, constituye una zona muy característica y considerablemente desconocida, representada hasta el momento por un género monotípico *Helocephalus*, que presenta una convergencia estructural que recuerda los grupos altoandinos como *Ctenoblepharis jamesi* y *Liolaemus multiformis*.

La región andina puede dividirse en tres zonas de estratificación herpetológica:

A) Zona de los 500 a 1.500 metros; formada por matorral bajo, constituído por *Baccharis collyguaya*.- Encontramos especies todas ovíparas como *L. nitidus*, *L. monticola*, *L. fuscus*, con adaptaciones cromáticas de naturaleza críptica.

B) Zona de los 1.500 a 2.500 metros con matorral bajo, presencia de Bromeliáceas (Puya) y *Cereus* en la parte más baja. La fauna se encuentra constituída por el grupo *altissimus*, *nigroviridis*, *schroderi*.

C) Zona de los 2.500 me ros a los 4.000; formaciones vegetales de escasa altura. Los reptiles se encuentran representados por *L. leopardinus* y *Phymaturus palluma*.

Adaptaciones a las alturas superiores a los 2.500 metros son la viviparidad, los colores de tipo pizarra, la disminución de las quillas de escamas y el aumento de su número. Incremento de la pigmentación ventral. Sobre los 3.000 mts, se desarrolla la omnivoría. Toda esta organización converge con lo señalado para los reptiles de las altas mesetas andinas.

La Cordillera en su desplazamiento determina una serie de razas, en su mayor parte de naturaleza autotípicas como las que se desarrollan en el grupo *leopardinus*, *nigroviridis* y *altissimus*, en las cuales interviene sólo el aislamiento geográfico. resultando muy discutible el valor adaptativo de las diferencias. Sin embargo si se mira la Cordillera en longitud se ven diferenciaciones raciales de valor ecotípico como las formas australes del grupo *monticola* y *altissimus*, en las cuales la pigmentación se presenta considerablemente aumentada, y los hábitos sociales tienden a ser mas restringidos.

Penetración de la fauna patagónica

Las lagartijas autóctonas de Chile terminan en las islas del Archipiélago de Chiloé. El paisaje cada vez se hace más inhóspito, llegando en su extremo, a condiciones parecidas a las tundras, zonas absolutamente incompatibles con la vida de los reptiles. Sin embargo hacia la región Este, la fauna patagónica pene—

tra ocupando los nichos ecológicos de la estepa chilena. Las formas se distribuyen desde Aysen a Magallanes pero sin invadir los bosques de escasas condiciones térmicas. La aparición del género *Leiosaurus* constituye el acento patagónico más importante de la herpetofauna, como así mismo la presencia de ***Liolaemus*** tales como *fitzingeri, kingi, lineomaculatus, bibroni, wiegmani, darwini, d'orbignyi,* completan este cuadro de invasores.

En todas ellas concurren las siguientes adaptaciones convergentes: viviparidad; pigmentación ventral, que representa una doble vía de adquisición térmica a partir del suelo tibio, y que como fácilmente puede imaginarse, es más intenso en las formas de mayor tamaño. Por ejemplo, en el *Liolaemus fitzingeri*, que constituye el gigante entre estas lagartijas, su pigmentación se inicia tempranamente, completándose en las formas adultas.

Otro caracter que revela la adaptabilidad al climax de la estepa patagónica se encuentra en la omnivoría de todas estas especies.

Segregación insular

En el largo territorio de Chile, los accidentes insulares con mucha frecuencia poseen lagartijas semejantes a las que habitan en Chile Continental, pero que constituyen razas que se han establecido por aislamiento. Llama la atención que la mayor parte de estas formas son muy melánicas, lo que hace difícil juzgar el significado del melanismo que llega especialmente en las razas de las islas de Atacama al nigrismo (*L. n. sieversi* y *L. n. ater*). Algunas formas de las islas del sur como la isla Mancera de Valdivia y el Archipiélago de las Guaitecas son también muy melánicas (*L. tenius* y *L. pictus mayor*). Las especies de la gran isla de Chiloé en cambio, aunque difieren de los grupos continentales, no presentan un aumento significativo del melanismo. Es muy probable que el melanismo de las formas de las pequeñas islas sea consecuencia de influencias genéticas en poblaciones muy restringidas, y que por su dominancia genética tiendan a imponerse.

Conclusiones

La fauna de Chile en reptiles, tiene cuatro orígenes: peruano, altiplánico, patagónico y chileno.

La convergencia de los fenómenos crípticos, de ovoposición, son constantes desde las formas del alto norte hasta la iniciación de la selva austral.

La viviparidad es una característica de regiones con alta variación climática como la puna, patagonia, y la selva húmeda.

La omnivoría es manifiesta en las formas que se desenvuelven en habitats con pobreza de alimentos.

La especialización alimenticia es, salvo escasas excepciones, la tendencia de los habitats ricos.

El melanismo parece jugar un papel en fenómenos de control térmico.

TEMPERATURA LETAL A LOS PROTOZOOS DEL TERMITE *CALOTERMES CHILENSIS* (BLANCHARD)

POR

RODIO GUZMAN S.

Centro de Investigaciones Zoológicas de la Universidad de Chile

Antecedentes

En la actualidad se conocen tres técnicas para eliminar los protozoos del tubo digestivo de los termites* (Isoptera): a) Incubación (acción de la temperatura). b) Oxigenación (acción de una atmósfera de oxígeno puro y comprimido a 3 - 5 atmósferas), (Cleveland, 1925). c) Inanición (Cleveland, 1923). El procedimiento en sí es la desfaunación del termite; el insecto carente de protozoos recibe el nombre de termite desfaunado. Según sea el grado en que se apliquen los métodos y los protozoos que albergue el huésped existen posibilidades de desfaunación total o parcial.

La técnica de desfaunación mediante acción de la temperatura (incubación) a 35ºC durante algunas horas fué ideada por Grassi y Foa (1911). En 1923 fué mencionada nuevamente por L. R. Cleveland quien utilizó una temperatura de 36ºC durante un período de incubación de 24 horas para desfaunar a los termites *Reticulitermes flavipes* Kollar, *Calotermes schwarzi* Banks, *C. jouteli* Banks, *Prorhinotermes simplex* Hagen, *Termopsis nevadensis* Hagen, *Termopsis angusticollis* Hagen. La última mención de esta técnica en la literatura es la de W. Trager (1932), quien desfaunó a la cucaracha (Blattodae) xilófaga *Cryptocercus punctulatus* a una temperatura de 34ºC y durante un período de incubación de 6 horas.

Resalta el hecho, que la temperatura letal para distintos protozoos Metamonadina Grassé (o protozoos Polymastigina Blochmann e Hypermastigina Grassi y Foa) es diversa, variando entre 34ºC y 36ºC.

Experiencias de desfaunación en *Calotermes chilensis* (Blanchard)

Estudiando la simbiosis termite - protozoos en este termite chileno, fué necesario efectuar la desfaunación total del insecto en cuanto a sus protozoos simbiontes. Delas tres técnicas ideadas hasta ahora se descartó la técnica de inanición porque requiere demasiado tiempo, y altera la fisiología normal del termite. Se recurrió a la técnica de incubación porque es menos complicada que la técnica de oxigenación.

Procedimiento

Con el objeto de aplicar la técnica en condiciones standard, se dejó constantes los siguientes factores:

* Sinónimo de: comején, termes, termita, hormiga blanca. Chalilo (sur de Chile).

a) Volumen de la vasija de desfaunación.

b) Humedad de la atmósfera interior de la vasija de desfaunación.

c) Tiempo de desfaunación.

En la práctica se procedía del siguiente modo: En el fondo de un matracito de 150 cm se colocó una capa de 0,8 grms. de algodón hidrófilo embebido en 8 cm de agua destilada. En el interior del matraz se colocaron 20 insectos (soldados, obreras y ninfas) en cada experiencia. El matraz fué tapado con algodón cardet, a través del cual pasaba el termómetro de la estufa, de modo que la lectura de la temperatura de la atmósfera húmeda del interior del matraz podía hacerse directamente desde afuera de la estufa. Previamente a la experiencia con insectos y en las condiciones ya señaladas el termorregulador se ajustaba a la temperatura experimental (fig. 1).

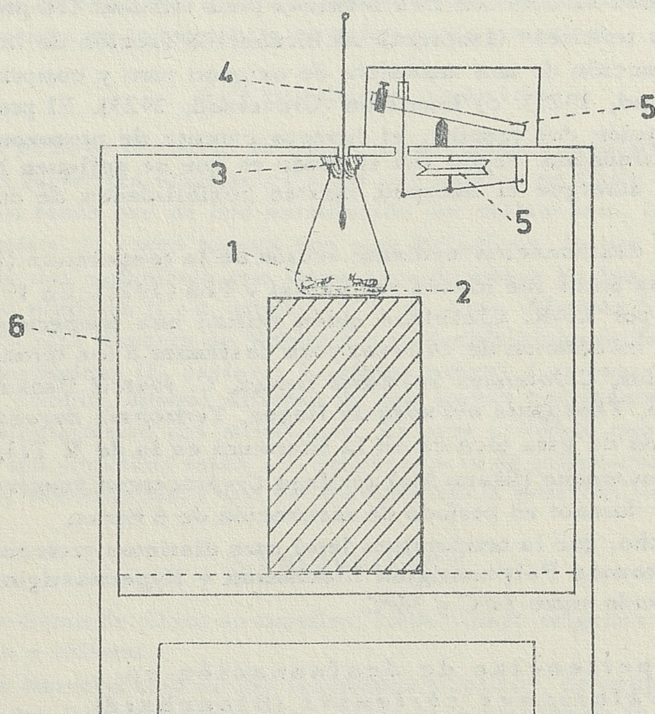


Fig. 1.- Aparato para determinar la temperatura letal de los protozoos de termites en determinada atmósfera húmeda.

1.- Termites
2.- Capa de algodón hidrófilo húmedo
3.- Tapón de algodón cardet
4.- Termómetro
5.- Sistema de termorregulador
6.- Estufa de calentamiento eléctrico

Se ensayaron en los protozoos de *Calotermes chilensis* (Blanchard) las siguientes temperaturas aplicadas durante 24 horas exactas: 36ºC, 37,5ºC, 38,5ºC, 39ºC, 40ºC. Al cabo de 24 horas se sacaba el matraz de la estufa y se examinaba al microscopio el contenido de la pansa o ampolla rectal de los termites, diluído en una solución salina adecuada.

El criterio de vitalidad de los protozoos está basado en su movilidad, considérese además que estos protozoos anaerobios aumentan su movilidad por el efecto letal del oxígeno del aire-, en los protozoos de gran tamaño se agrega a lo anterior la conservación de la forma corporal normal.

En la tabla en que se indican los resultados, el % de mortandad de los protozoos está expresado considerando que existen cuatro protozoos diversos en *C. chilensis*, (*Calonympha*, *Oxymonas*, Hypermastigino no determinado, Polymastigino pequeño no determinado); si mueren los cuatro se marca un 100%, si mueren dos, 50%, etc.; si no muere ninguno, 0% de mortandad.

Resultado

El resultado de las experiencias, en las condiciones ya señaladas lo indica la siguiente tabla:

Experiencias de Desfaunación en *Calotermes chilensis* (Blanchard) mediante Técnica de Incubación

Temperatura en atmósfera húmeda del matraz	36ºC		37 37,5 38,5		39ºC		40ºC	
Organismo	Termite	Protozoos	Termite	Protozoos	Termite	Protozoos	Termite	Protozoos
% de mortandad	0	0	0	75	0	100	50	100
dias de vitalidad del termite	indefinida		30		17 máx.		10 máx.	
Resultado de la técnica	no hay desfaunación		desfaunación parcial **		desfaunación total		desfaunación no práctica *	
Observaciones en protozoos	todos vivos		único vivo es Polimastigino pequeño no determinado		todos muertos		todos muertos	
Temperatura en atmósfera seca de la estufa	39,5		40,5 41 42		42,5		43,5	

* práctica en el sentido de la utilidad de los termites para ulteriores experiencias biológicas.
** resultado que es válido para 37ºC y se conserva igual para 37,5º y 38,5º.

Por consiguiente, las experiencias señalan claramente:

a) Que la temperatura de 36ºC aplicada durante 24 horas no elimina a ninguno de los protozoos de *C. chilensis*.

b) La temperaturade 37ºC basta para eliminar a los representantes mayores de la fauna protozoaria del termite en estudio (es decir, protozoos de grandes dimensiones, estructura complicada y muy evolucionados). Los únicos protozoos que resisten esta temperatura (Polimastiginos pequeños) sólo son eliminados a 39ºC.

c) La temperatura de desfaunación total de *C. chilensis* es 39ºC aplicada durante 24 horas en atmósfera húmeda.

d) A partir de 40ºC, un elevado porcentaje de termítes muere por consecuencia de esta tempertura.

Por consiguiente, para estudiar a *C. chilensis* desprovisto de protozoos en aquellas experiencias biológicas en que su microfauna protozoaria sea un factor alterador de resultados, bastará someter a los termites a una temperatura de 39ºC aplicada durante 24 horas, en condiciones de humedad adecuada. Es así, que este dato técnico de desfaunación es útil para determinar en termites: cuociente respiratorio, digestibilidad de proteínas, lípidos e hidratos de carbono, como asimismo la búsqueda de enzimas liberadas por el huésped en la pansa rectal, etc.

Discusión

Se plantea el siguiente problema: ¿Porqué la temperatura de desfaunación total de *C. chilensis* es 39ºC y la de otros termites 36ºC? Al respecto es de utilidad recordar que el límite térmico más alto que son capaces de soportar los protozoos en general (temperatura letal) coincide con los cambios químicos y físicos, destructivos que desencadena dicha temperatura en el citoplasma, ya que se trata de un fisiologismo acelerado de acuerdo con la ley de Van't Hoff. Se sabe además que la tolerancia a la temperatura varía entre distintas especies de protozoos y que incluso varía en la misma especie en condiciones diferentes. Así estudios en *Paramaecium caudatum* han demostrado que la temperatura letal varía con factores tan diversos como: pH, concentración de K , Ca , Na , Chalkley (1930); Glaser y Coria (1933) investigando en la misma especie, encuentran que incluso modifica la temperatura letal el tipo de alimentación (bacteria o levadura).

Por consiguiente la respuesta a la pregunta formulada habría que fundamentarla en dos factores que se relacionan entre sí determinando la diferencia térmica anotada:

a) Existirían diferencias químicas cualitativas y cuantitativas entre el líquido de la ampolla rectal de *C. chilensis* y aquellos de otros Calotermitidae, lo que es muy probable ya que la moderna bioquímica demuestra diferencias bioquímicas entre especies y con mayor razón en categorías sistemáticas supraespecíficas.

Estas diferencias químicas y físicas serían las causantes de la distinta temperatura letal encontrada para los protozoos de *C. chilensis* - en relación a protozoos de otros Calotermitidae - si seguimos un criterio derivado de los hallazgos de Chalkley, Glaser y Coria en *Paramaecium caudatum*.

b) Los protozoos que habitan la panza rectal de *C. chilensis* son de categorías sistemáticas diversas - en relación a protozoos de otros Calotermitidae - cuando menos a nivel de especie, lo que obligadamente determina diversas resistencias específicas a agentes letales.

El último factor que podemos denominar "factor diferencia sistemática" está evidenciado en la fauna de nuestro propio termite de experimentación, ya que a 37º tenemos desfaunación parcial y a 39º desfaunación total, y esto ocurre en el mismo endohabitat de la pansa rectal del termite, por consiguiente la diferencia 37º - 39º se debe exclusivamente al "factor diferencia sistemática".

Resumen

1º.- El autor señala, que la temperatura letal a los protozoos del termite *Calotermes chilensis* (Blanchard) es 39ºC aplicada durante 24 horas en atmósfera húmeda. (Temperatura de desfaunación total de *C. chilensis*). Es la temperatura de desfaunación total de termites más alta conocida hasta ahora.

2º.- Este dato es de utilidad práctica: 1º) Para disponer de termites absolutamente desfaunados para fines de estudios biológicos. 2º) Porque proporciona un fundamento experimental mínimo como contribución a un método para atacar las plagas de *C. chilensis* en maderas comerciales mediante aplicación de calor seco o húmedo según convenga a la calidad de la madera.

3º.- El termite totalmente desfaunado a 39ºC vive aproximadamente dos semanas, período en que es factible la realización de experiencias biológicas.

Summary

1 .- The lethal temperature for flagellate protozoa from the chilean termite *Calo-*

termes chilensis (Blanchard) has been established to be 39ºC, when the living insects are kept at that temperature in humid atmosphere during 24 hours. (Total defaunation temperature of *C. chilensis*). It is the highest defaunation temperature for termites known till present day.

2.- This datum is of practical usefulness:- 1) For the obtainment of toyally defaunated termites for biological experiences. 2) Because it affords a minimal experimental basis as a contribution to a method of attacking *C. chilensis* plagues in commercial woods by applying either dry or wet warmth according to the conservation of the properly wood quality.

3.- The totally defaunated termites at 39ºC, live two weeks more or less, during this period, biological experiences upon the defaunated termites are feasible.

Referencias bibliográficas

CLEVELAND, L. R.

1923. Symbiosis between termites and their intestinal protozoa. Proc. Nat. Acad. Sci., Washington, 9: 424 - 428

1925. 5he effects of oxygenation and starvation on the symbiosis between the termite *Termopsis*, and its intestinal flagellates. Bio. Bull. 48: 309 - 327.

CHALKLEY, H. W.

1930. Resistence of *Paramaecium* to heat as affected by changes in hydrogen - ion concentration and in inorganic salt balance in surronding medium. U, S. Pub. Health. Rep., 45: 481

GLASER, R. W. y N. A. CORIA

1933. The culture of *Paramaecium caudatum* free from living microorganisms. Jour. Parasitol., 20: 33

GRASSI, B. y A. FOA

1911. In torno ai Protozoi dei Termitidi. Rendiconti d. R. Accad. Lincei, ser. 5, classe Sc. Fis., 1º Sem., p. 725 - 741

TRAGER, W.

1932. A cellulase from the symbiotic intestinal flagellates of termites and of the roach *Cryptocercus punctulatus*. Biochem. Jour., 26: 1762 - 1771

NEUROBIOLOGIA DE *DESMODUS ROTUNDUS*

POR

GUILLERMO MANN F.

Centro de Investigaciones Zoológicas de la Universidad de Chile

Las observaciones que hemos realizado durante más de 10 años en *Desmodus rotundus* (Desmodontidae), trabajando tanto sobre colonias en su ambiente natural como con ejemplares cautivos, han revelado considerables diferencias en la conducta y en las capacidades sensoriales de "este vampiro" en comparación con microquirópteros insectívoros (Mann, 1952). Al cotejar los datos observacionales y experimentales así obtenidos con el desarrollo volumétrico relativo de ciertas estructuras encefálicas, se nos ha revelado luego una íntima correspondencia que parece reflejar inmediatas relaciones morfo - funcionales, cuya evaluación cuantitativa permite reconocer por un lado, y en un plano de mediciones objetivas, la participación que cabe a cada estructura y función analizada en el conjunto neurobiológico, indicando, por otro, sugestivas relaciones entre ciertas funciones con determinadas estructuras encefálicas, que pueden señalar caminos de experimentación conducentes al esclarecimiento del significado fisiológico de tanto núcleo aún incomprendido.

Para estructurar materiales comparativos echamos mano de *Histiotus montanus* (Vespertilionidae) como representante característico de un microquiróptero insectívoro típico. También utilizamos *Glossophaga soricina* (Phyllostomidae) que ofrece adaptaciones avanzadas hacia la nectarivoría con desarrollada olfacción y visión, acompañadas de una extraordinaria función lingual que permite trazar analogías frente a *Desmodus*. Para aquilatar el significado de algunas estructuras utilizamos *Tadarida brasiliensis* (Molossidae) y *Phyllostomus hastatus* (Phyllostomidae).

Métodos

Los encéfalos fijados en formol fueron seccionados con técnicas de congelación sobre planos sagitales, transversales y horizontales, en cortes con un grosor de 0,25 mm. Para visualizar células y fibras en la misma preparación se aplicó tinción metacromática con toluidina ácida. La observación de los sistemas fibrilares se completó bajo microscopio de polarización.

Las estructuras evaluadas se calcularon a favor de mediciones planimétricas sobre fotografías ampliadas (generalmente 40 x) de los cortes aún no deshidratados, que ofrecen la considerable ventaja de mantener sus proporciones inalteradas por retracciones bajo la acción de los deshidratantes.

El volúmen calculado en base a las áreas planimetradas y el grosor de los cortes, se relacionó con un valor de referencia propio para cada especie y que corresponde al volúmen del eje encefálico entre el núcleo del motor ocular comun y el extremo caudal del bulbo raquídeo, con exclusión de las áreas ocupadas por el cuerpo trapezoidal, los núcleos del puente de Varolio y las vías córticobulbares (Fig. 1). Esta cifra, que representa el desarrollo de los sectores más primitivos y generalizados del encéfalo, guarda estrecha relación con el tamaño corporal,

y ofrece un índice casi invariable, mucho más constante que el peso corporal, utilizado por otros autores como elemento de referencia.

Neurobiología de la translación

En *Desmodus* al igual que en otros quirópteros se utiliza como sistema de exploración del medio la emisión de un chorro de ondas ultrasónicas cuyo eco, reflejado sobre los obstáculos de su ambiente, capta luego el mismo murciélago emisor. Los estímulos acústicos así recibidos le permiten detectar en primer lugar la presencia de un objeto y ofrecen también en segundo término la posibilidad de apreciar la distancia a que este se encuentra, utilizando probablemente como factor de determinación al tiempo transcurrido entre la emisión de la onda ultrasónica y la recepción de su eco, intervalo directamente proporcional al espacio recorrido por la onda de estímulo. La intensidad de las onfas reflejadas, que actuarían según Dijkgraaf (1946) como posible índice para la definición de distancias, no nos parece factor de utilidad, ya que es susceptible de sufrir variaciones por causas muy diferentes.

La calidad funcional de este sistema de "sonar" guarda necesariamente una relación muy directa con el tipo de onda supersónica emitido. En los microquirópteros insectívoros se mantienen estas ondas, muy breves, en valores de 30 a 50 KHz y una presión sónica de alrededor de 100 dyn/cm^2 de acuerdo con Griffin y Galambos (1941 - 1942). Griffin y Novack (1955) logran determinar que en *Desmodus rotundus* estas mismas ondas alcanzan a 120 KHz con una presión sónica de apenas 1 a 10 dyn/cm^2, revelándose con ello como instrumento de exploración espacial relativamente poco eficientes.

El material sensórico así aportado, en una rapidísima sucesión de estímulos siempre cambiantes durante la translación, proporciona las bases para la determinación de la trayectoria del vuelo, esquivando obstáculos o enfilando el rumbo hacia las presas apetecidas. La sincronización entre las respuesta motoras y las directivas sensoriales debe realizarse necesariamente en un plano de reflejos para alcanzar la inmediata correspondencia que sólo puede brindar este sistema de verdadero corto circuito.

Estas bases de funcionamiento se traducen neuroanatómicamente para los quirópteros en un aparato acústico de desarrollo superlativo, sin paralelo en otro orden alguno de mamíferos. En *Desmodus* alcanzan sus elementos estructurales igualmente un imptesionante volúmen (Fig. 2), conformando su plan de organización a las líneas generales propias de los quirópteros y que han sido esclarecidas en sus fundamentos por Fuse (1916, 1919, 1920, 1922, 1926), Draeseke (1903), Hofmann (1908), Kappers (1921, 1936), Schneider (1957). (Fig. 2).

Al comparar los sistemas acústicos de *Desmodus* con los de microquirópteros insectívoros se reconoce un desarrollo relativo considerablemente menor del sistema acústico en *Desmodus*, como revelan las cifras siguientes:

	Desmodus	*Histiotus*	*Tadarida*
Colículo posterior:	19,54%	37,18%	25,8 %
Tubérculo acústico:	2,69%	5,7%	7,01%

Cabe asumir entónces que *Desmodus* utilizará igualmente otros estímulos del medio ambiente para encauzar la trayectoria del vuelo.

Esta misma conclusión se logra también al analizar la proporción relativa en que participan estructuras auditivas, visuales y olfatorias en el conjunto de los mecanismos sensoriales más importantes de estos quirópteros, donde *Desmodus* e *Histiotus* representan extremos evolutivos opuestos en este aspecto, en tanto que *Glossophaga* ocupa una posición intermediaria (Fig. 4).

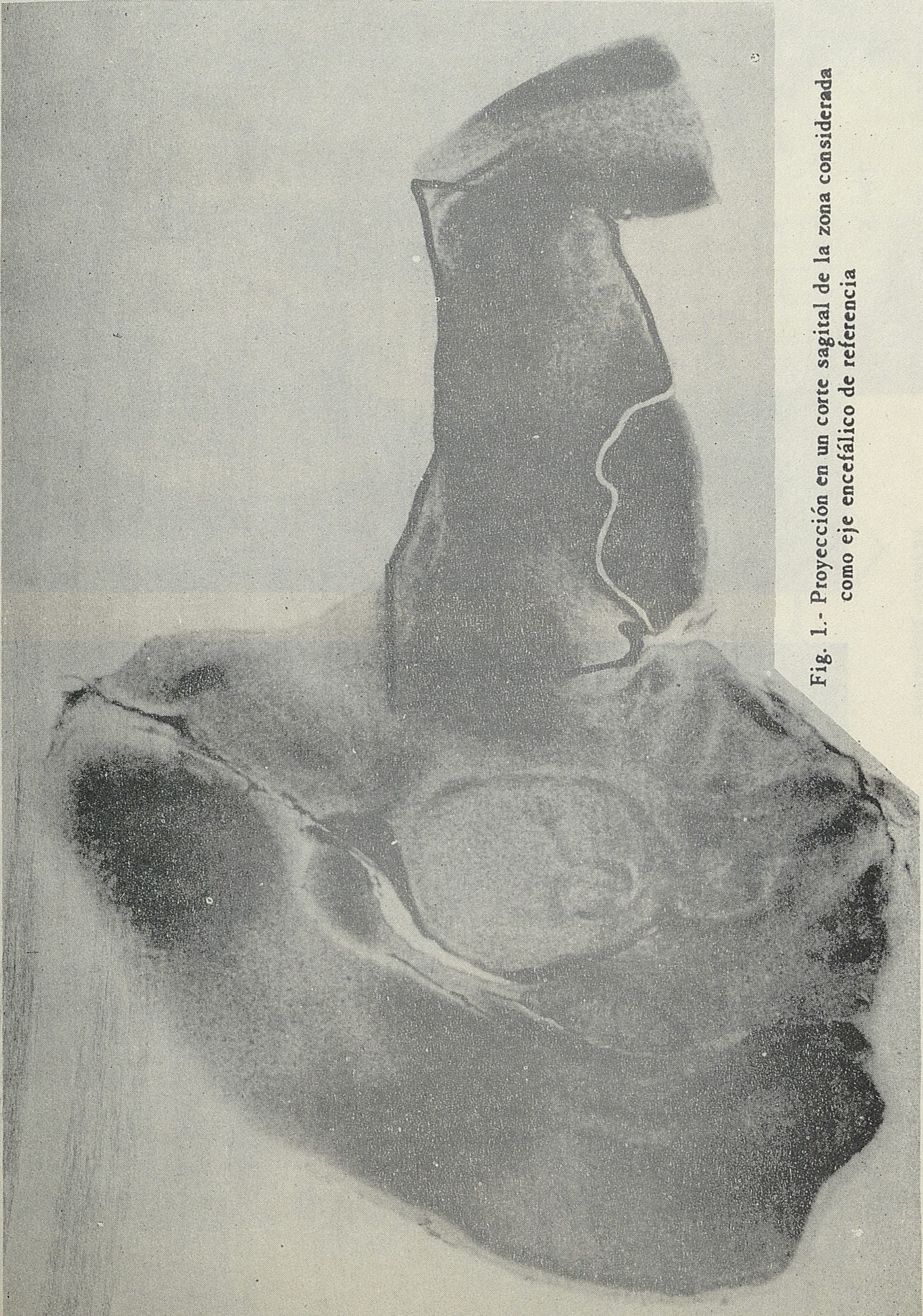


Fig. 1.- Proyección en un corte sagital de la zona considerada como eje encefálico de referencia

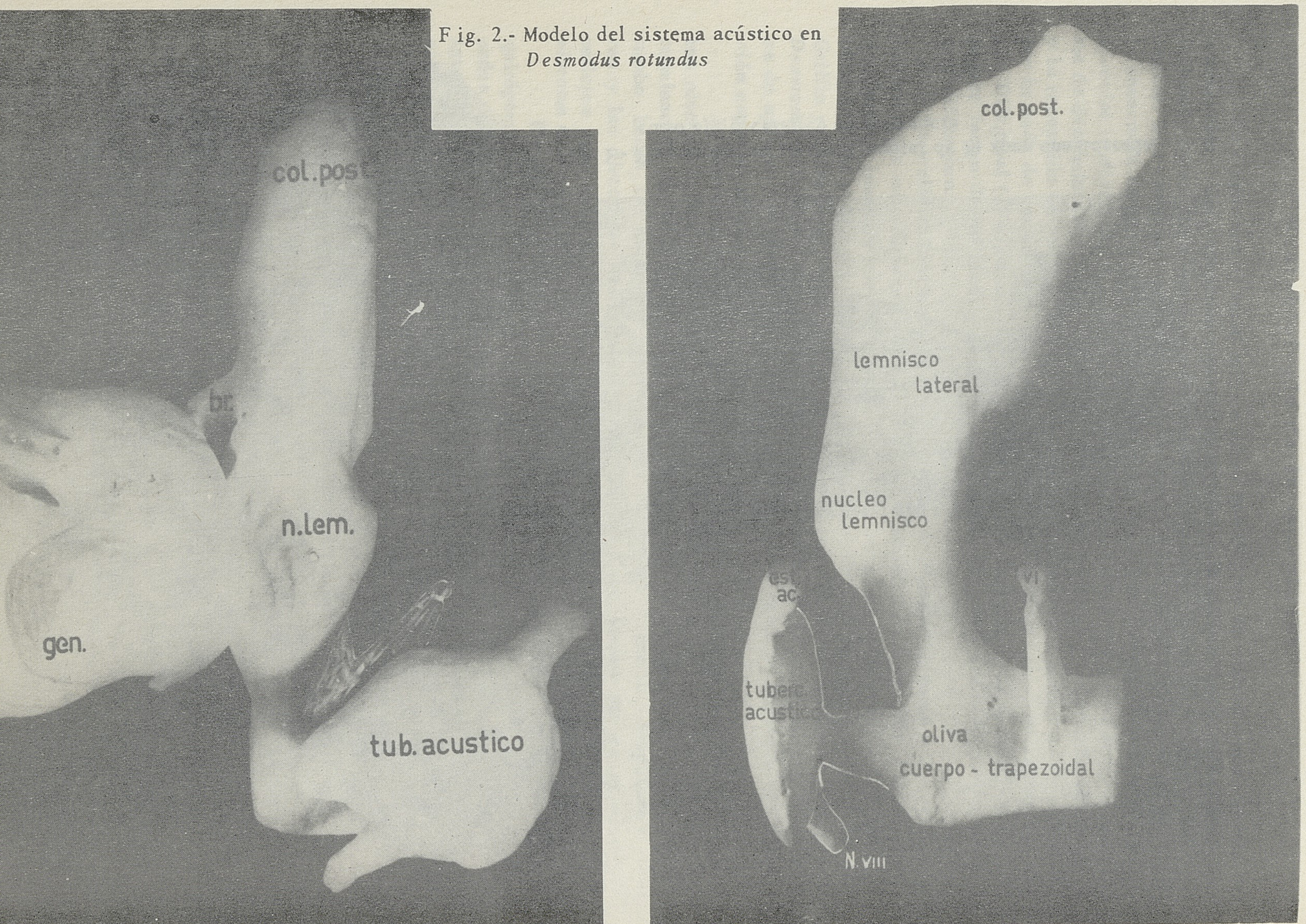


Fig. 2.- Modelo del sistema acústico en *Desmodus rotundus*

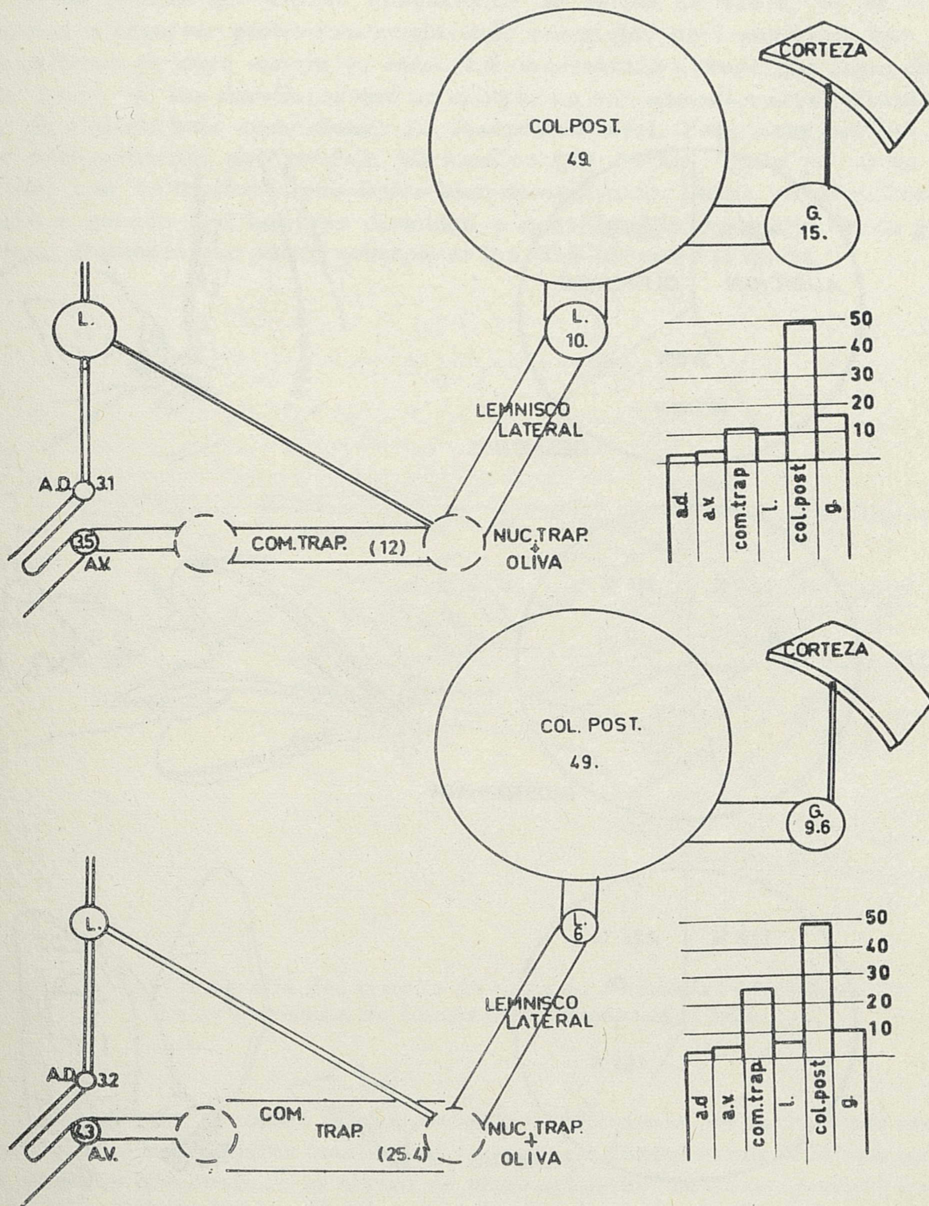
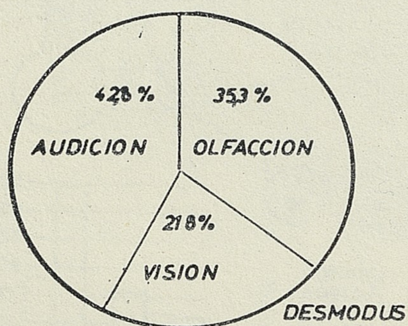
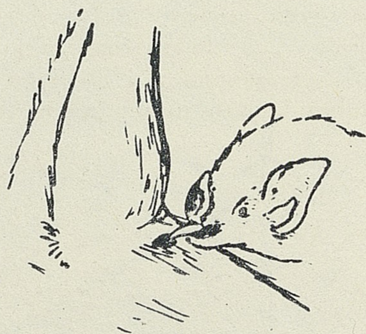
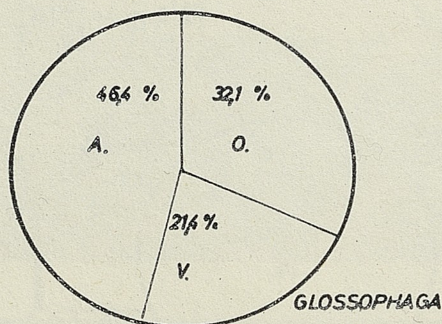
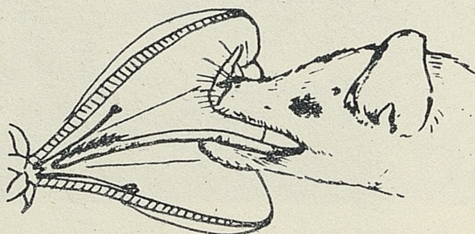


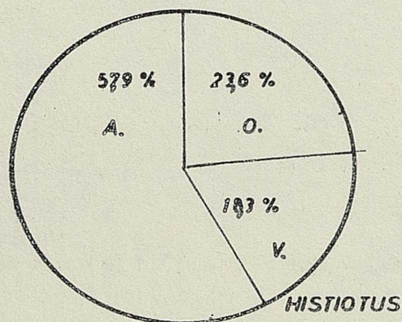
Fig. 3.- Desarrollo relativo del sistema auditivo en:
arriba: *Desmodus rotundus*
abajo: *Histiotus montanus*











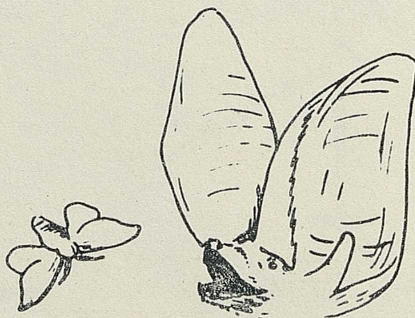


Fig. 4.- Proporción relativa en que participan estructuras auditivas, visuales y olfativas en el conjunto de los mecanismos sensoriales

Neurobiología de la Alimentación

A diferencia de los microquirópteros insectívoros que localizan por "sonar" a las presas que cruzan casualmente su rumbo de vuelo, se ve obligado *Desmodus* a resolver problemas mucho más complejos para encontrar las aves o los mamíferos en cuya sangre se ceba. La observación enseña que logra detectar desde luego a los mamíferos que se cobijan en sus mismas cuevas (*Otaria* en el Norte de Chile), bajo condiciones de obscuridad total. Esta meta pudiera alcanzarse eventualmente por sondaje ultrasónico que cuenta, como ya se ha hecho mención, con un trasfondo anatómico bien desarrollado. Luego localiza *Desmodus* también a ganado y a hombres dormidos a considerable distancia de su guarida nocturna; distancia que puede sobrepasar los 20 kilómetros (Fig. 5).

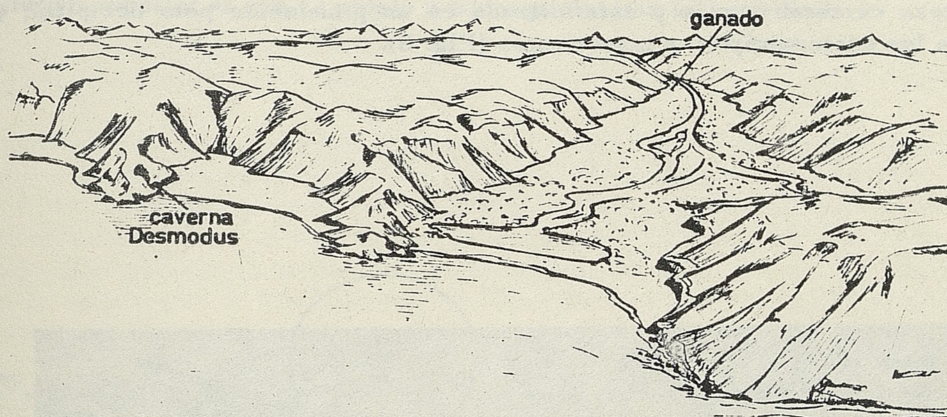


Fig. 5.- Topografía del terreno de caza de *Desmodus rotundus* en la Quebrada de Camarones - Tarapacá - Chile

Al tener presente que los animales domésticos, en la zona por nosotros analizada, realizan amplias traslaciones y que los hombres atacados son mariscadores errantes que duermen al abrigo de altos arbustos, se hace aparente que bajo tales condiciones la "ecosonda" no puede utitlizarse como sistema para el hallazgo de presas.

Es de recordar que también en los murciélagos del género *Noctilio* no bastaría el "sonar", según Griffin y Novack (1955) para explicar su capacidad de localizar peces, ya que la presión sónica de los ultrasonidos emitidos se reduce después de atravesar una capa de 28 cm. de agua desde los 100 dyn/cm^2 originales a un nivel de solamente 16 a 30 dyn-cm^2.

Visión u olfacción son en consecuencia las únicas herramientas sensoriales capacitadas para determinar a distancia a las víctimas. Ambos mecanismos tienen en efecto a su disposición estructuras encefálicas de desarrollo superior al alcanzado en microquirópteros insectívoros.

El sistema visual, caracterizado por ojos relativamente muy grandes, (Fig. 6) cuenta así con un ganglio geniculado lateral de regular desarrollo que recibe la mayor parte de las fibras retinianas para actuar como estación intermediaria entre ojo y corteza cerebral (Fig. 7). Este mismo núcleo es difícilmente reconocible en la mayoría de los microquirópteros insectívoros. Como ejemplo valga *Lasiurus cinereus*, en el que puede delimitarse este ganglio, cuya relación frente a *Desmodus* se mantiene como 1 : 1,6.

Un interesante problema plantea el considerable desarrollo del núcleo pretectal en *Desmodus*, en atención a que sus funciones aún no se han esclarecido en los mamíferos. Desde los estudios de Le Gros Clark (1932) en *Talpa* ha quedado en claro que este núcleo no guarda relación exclusivamente con las funciones visuales ya que se presenta en este topo de ojos rudimentarios tan desarrollado como en el insectívoro *Macroscelides* de grandes ojos. En *Desmodus* como en otros quirópteros, recibe este núcleo pretectal un importante contingente de fibras por el lemnisco medial, además de sus conexiones muy evidentes con el tracto óptico.

En correspondencia con el cuerpo geniculado lateral bien desarrollado de *Desmodus* se observa en este murciélago también una zona occipital - visual de la corteza cerebral amplia y exteriorizada en un prominente polo occipital, que falta en los microquirópteros insectívoros (Fig. 8).

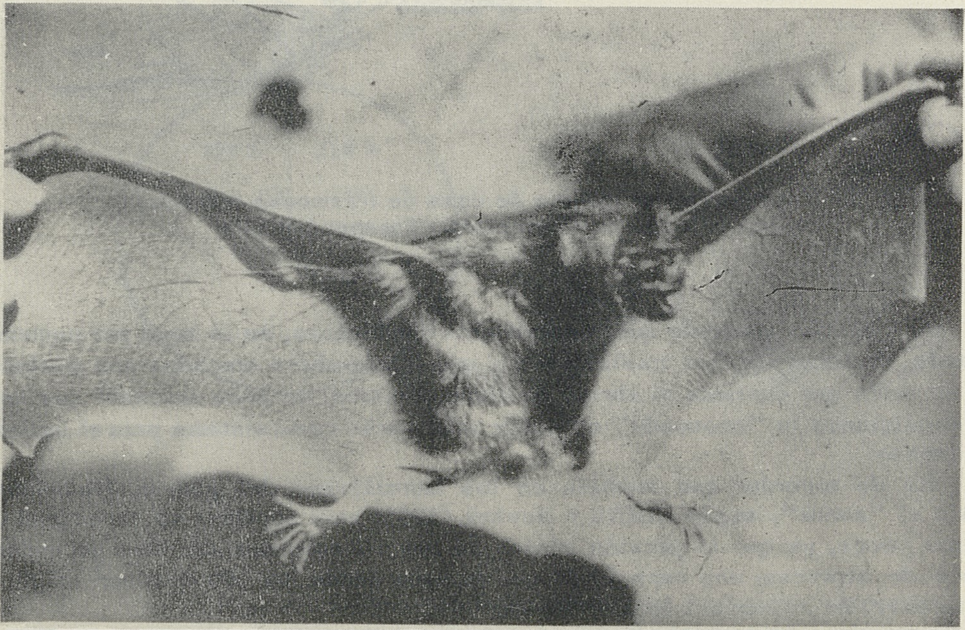


Fig. 6.- *Desmodus rotundus* con grandes ojos

Para el logro de reflejos organizados a base de estímulos visuales cuenta *Desmodus* con grandes Colículos anteriores. Ellos no alcanzan sin embargo el desarrollo que presentan en murciélagos insectívoros. Las vías que se vierten a partir de estos importantes centros reflejos hacia el núcleo rojo, el núcleo reticular lateral del tegmento, la sustancia negra, la zona incierta y la médula espinal, son llamativamente poderosas (Fig. 9).

Los pequeños núcleos motores responsables de los movimientos oculares también alcanzan un mayor tamaño relativo en *Desmodus* donde sobrepasan a las mismas estructuras de microquirópteros insectívoros.

	Desmodus	*Histiotus*
Núcleo III	0,22	0,14
Núcleo IV	0,05	0,04

Tanto los sistemas estructurales en que se basa la visión cortical como los centros y las vías que operan algunas respuestas reflejas de todo el cuerpo ante estímulos visuales, alcanzan por lo tanto en *Desmodus* un desarrollo especial relativo superior al que es propio a microquirópteros insectívoros.

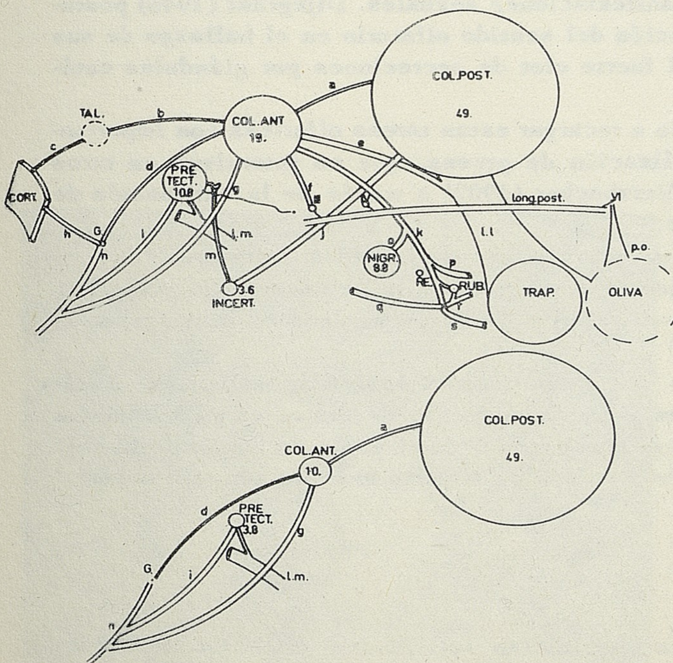


Fig. 7.- Desarrollo relativo de los mecanismos visuales encefálicos en:
arriba: *Desmodus rotundus*
abajo: *Histiotus montanus*

col. ant. = colículo anterior
col. post. = colículo posterior
cort. = corteza visual
g. = geniculado externo
incert. = zona incierta
nigr. = sustancia nigra
pre tect. = núcleo pretectal
re. = núcleo lateral del tegmento
rub. = núcleo rojo
trap. = comisura trapezoidal
l. m. = lemnisco medial
l. l. = lemnisco lateral

Con esta supremacía anatómica que presentan las estructuras encefálicas relacionadas con funciones visuales en *Desmodus*, que contrastan con el desarrollo de las mismas en microquirópteros insectívoros concuerdan las observaciones referentes a la escasísima importancia funcional que alcanza este sentido en la mayoría de los murciélagos. Desde las crudas experiencias de enucleación realizadas por Spallanzani (1794), que demostraron la posibilidad de vuelo a ciegas, hasta los experimentos de Dijkgraaf (1946), quien concluye que resulta aún difícil elucidar alguna reacción de los microquirópteros insectívoros frente a estímulos luminosos, ha quedado establecido que la visión juega solamente un rol de muy escasa importancia en la vida de relación de estos mamíferos. La observación de *Desmodus* evidencia en cambio, que utiliza extensivamente estímulos visuales (Mann, 1952) y que sigue atentamente con definidos movimientos de sus globos oculares todo desplazamiento de su víctima cuando está pronto a aplicar su mordedura, así como más tarde durante la succión de la sangre.

Reconociendo en todo su significado funcional las posibilidades visuales de *Desmodus* no podemos explicar sin embargo, satisfactoriamente los éxitos que alcanzan al descubrir presas ocultas bajo matorrales, y sobre todo su notable capacidad de encontrar a las gallinas encerradas en jaulas con paredes de bambú en la selva amazónica (Fig. 10). En estos casos no existen ni siquiera posibilidades visuales que puedan guiarlo. Solamente estímulos olfatorios parecen reunir bajo tales condiciones los requisitos que puedan conducir a la detección de las víctimas.

Las capacidades olfatorias de los quirópteros en general parecen mantenerse en un plan de regulares posibilidades. Su rol biológico se cumple seguramente en las formas insectívoras durante las actividades reproductoras, operando en el encuentro de los sexos y en el desencadenamiento de las complejas funciones ligadas a la esfera de esas manifestaciones sexuales. Dijkgraaf (1946) postula igualmente la probable intervención del sentido olfatorio en el hallazgo de sus guaridas diurnas, definidas por el fuerte olor de secreciones por glándulas cutáneas.

En *Desmodus* se han venido a recargar estas tareas olfativas con importantes responsabilidades en la localización de presas, que no interviene en otros microquirópteros, como demostró Merzbacher (1902) a través de la extirpación de los bulbos olfatorios en *Vesperugo*.

En estrecha correlación con estas mayores demandas funcionales se observan el bulbo olfatorio y el núcleo olfativo anterior de *Desmodus* definidamente aumentados con respecto al volumen relativo de estos núcleos en microquirópteros insectívoros (Fig. 11 y 12).

Resulta bien significativo que *Phyllostomus hastatum*, murciélago omnívoro que busca pequeños aniamles y frutos en medio de densa selva amazónica donde recurre aun a la prehensión de su alimento en el suelo en medio de la hoja rasca, cuenta con un bulbo olfatorio y un núcleo olfativo anterior aún más desarrollados que en *Desmodus*.

	Desmodus	*Phyllostomus*
Bulbo olfatorio	35,2	36,4
Núcleo olfativo anterio	3,7	5,66

Una vez localizada la presa se inician actividades potencialmente muy peligrosas para *Desmodus*, ya que este debe aproximarse ahora a su víctima, siempre mayor que él y por lo general capacitada para ultimarlo por mordiscos o picotazos. Salta a la vista que el problema a resolver presentará en cada caso siempre nuevos aspectos desconocidos y diferentes a las situaciones ya experi-

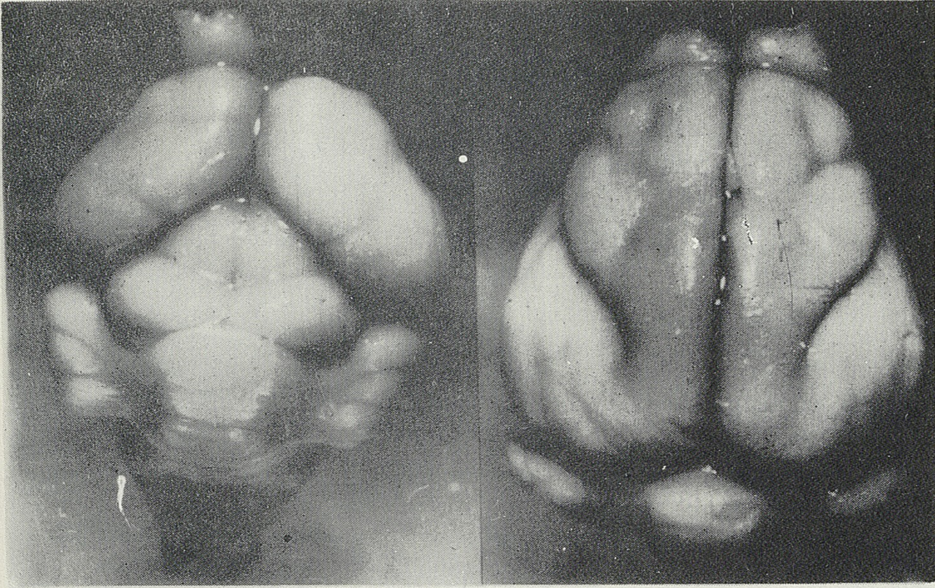


Fig. 8.- Vista dorsal de los encéfalos de:
izquierda: *Lasiurus cinereus*
derecha: *Desmodus rotundus*

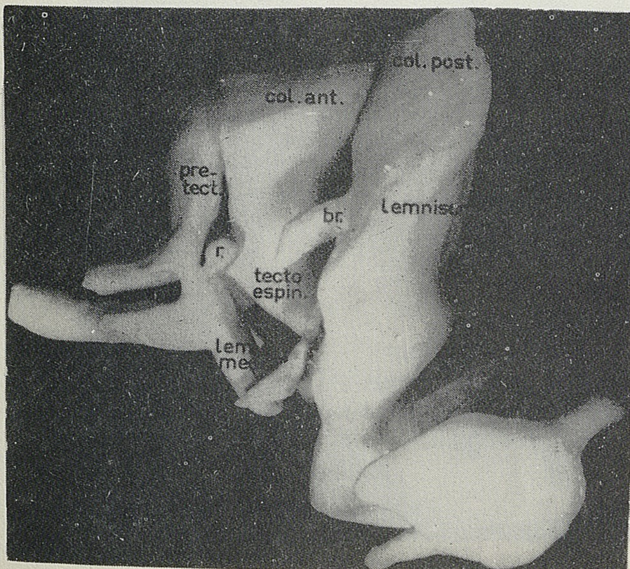


Fig. 9.- Centros y vías auditivas y visuales en modelo de *Desmodus*. Vista lateral

br.	= brazo del colículo posterior
col. ant.	= colículo anterior
col. post.	= colículo posterior
lem. med.	= lemnisco medial
lemnisco	= lemnisco lateral
pre - tect	= núcleo pretectal
r.	= núcleo lateral del tegmento
tecto espin.	= vías tecto-espinales



Fig. 10.- Gallinero de bambú en las cordilleras bolivianas

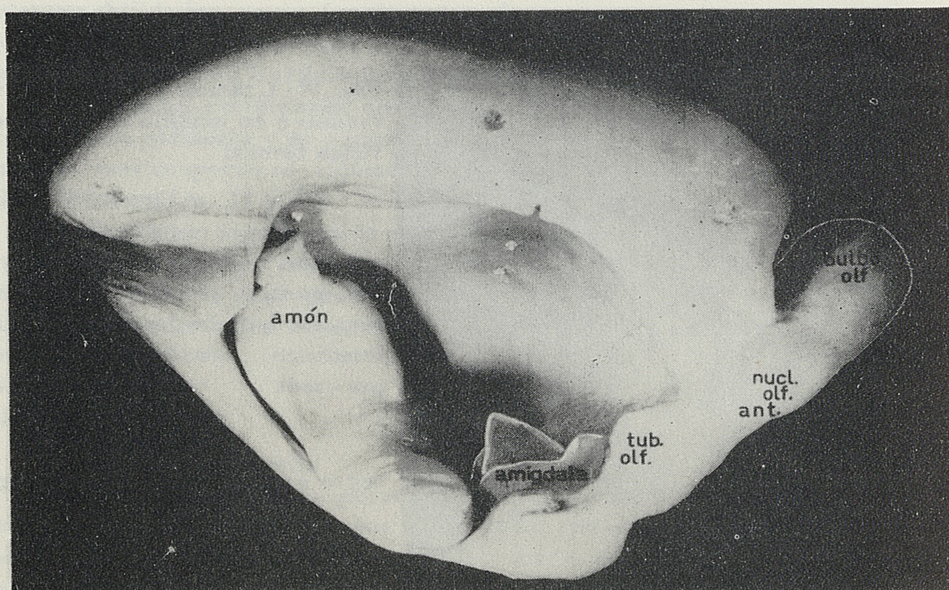


Fig. 11.- Vista medial de un modelo del aparato olfatorio de *Desmodus rotundus*

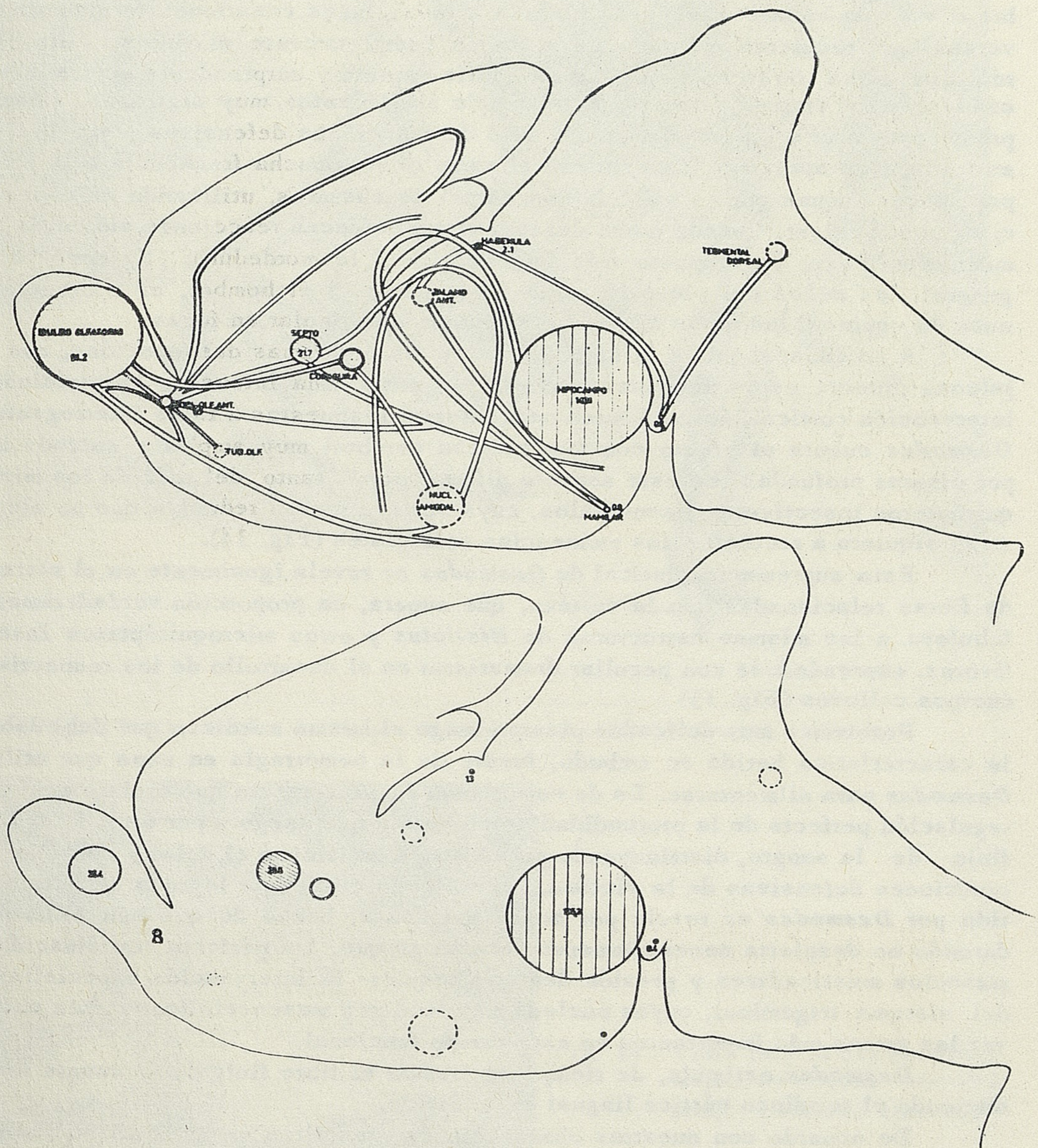


Fig. 12.- Desarrollo relativo de los mecanismos olfatorios en:
arriba: *Desmodus rotundus*
abajo: *Histiotus montanus*

mentadas. El ataque a un ave guanera, a una gallina, a un lobo de mar, a un hombre o a algún animal doméstico, plantea a todas luces cuestiones totalmente diversas que requieren métodos de solución completamente distintos. Ante esta realidad opera *Desmodus* con extraordinaria cautela y sorprendente acierto acercándose a la víctima presunta a través de movimientos muy sigilosos, siempre pronto para huir a saltos al menor asomo de reacciones defensivas (Fig. 13). En esta etapa de aproximación estimula el vampiro con mucha frecuencia a la presa por suaves toques con la articulación carpal de sus alas, utilizando en especial el grueso pulgar. Cuando no se desencadenen entónces reacciones violentas comienza a ubicar ya el punto más favorable para la mordedura; eligiendo por lo general, los dedos del pie o la punta de la nariz en el hombre, el alto cuello o nuca en equinos, las patas en aves y el pabellón auricular en focas.

A no dudar requiere la solución de tantos problemas desconocidos, que se jalonan durante estas actividades unos tras otros, una intensa y extraordinaria intervención cortical, único camino para integrar respuestas a tales interrogantes. *Desmodus* cuenta al efecto con una corteza cerebral muy amplia y surcada aún por cisuras profundas. En este aspecto difiere, por lo tanto, del todo de los microquirópteros insectívoros lisencéfalos, cuya corteza es tan reducida que no alcanza ni siquiera a recubrir a las eminencias coliculares (Fig. 14).

Esta supremacía cortical de *Desmodus* se revela igualmente en el sistema de fibras relacionadas con la corteza, que supera, en proporción verdaderamente fabulosa a las mismas estructuras de *Histiotus* y otros microquirópteros insectívoros, expresándose con peculiar dramatismo en el desarrollo de los respectivos cuerpos callosos (Fig. 15).

Problemas muy delicados plantea luego el mismo mordizco que debe labrar la característica herida en embudo, fuente de la hemorragia en napa que utiliza *Desmodus* para alimentarse. Es de comprender la importancia que reviste aquí una regulación perfecta de la profundidad de la herida que asegura por un lado el libre flujo de la sangre, disminuyendo por el otro a un mínimo el dolor y con ello las reacciones defensivas de la víctima. La delicada eficiencia lograda en este sentido por *Desmodus* se revela por sobre todo en el hecho de que aún el hombre dormido no despierta necesariamente ante su ataque. La perfecta coordinación de músculos masticadores y presión dentaria requiere la intervención especializada del sistema trigeminal, cuyos núcleos masticadorr s mesencefálicos deben absolver las tareas más importantes en este campo funcional.

Desmodus estimula, de tiempo en tiempo el libre fluir de la sangre introduciendo el tendíneo vértice lingual en la herida.

De acuerdo con nuestras observaciones, descritas en 1952 adoptadas por Grassé en 1955 y ultimamente confirmadas también sobre la base de estudios cinematográficos por Bernardo Villa en 1957, utiliza *Desmodus* un método altamente especializado y único entre los mamíferos para aprehender la sangre que mana de la herida. Se vale a este efecto de su lengua provista de sendos surcos ventro - laterales, que conducen la sangre desde el vértice lingual hacia la faringe (Fig. 16).

La fuerza motriz para la succión del líquido a lo largo de los canales descritos es proporcionada por contracciones rítmicas de la musculatura lingual y faríngea.

Una adecuada función lingual, neurobiológicamente ajustada para resolver los complejos acontecimientos involucrados en la succión de *Desmodus*, debe basarse necesariamente en centros receptores y analizadores de los estímulos propioceptivos y exteroceptivos del área lingual excepcionalmente eficientes. De



Fig. 13.- *Desmodus rotundus*, acercándose cautelosamente a la presa

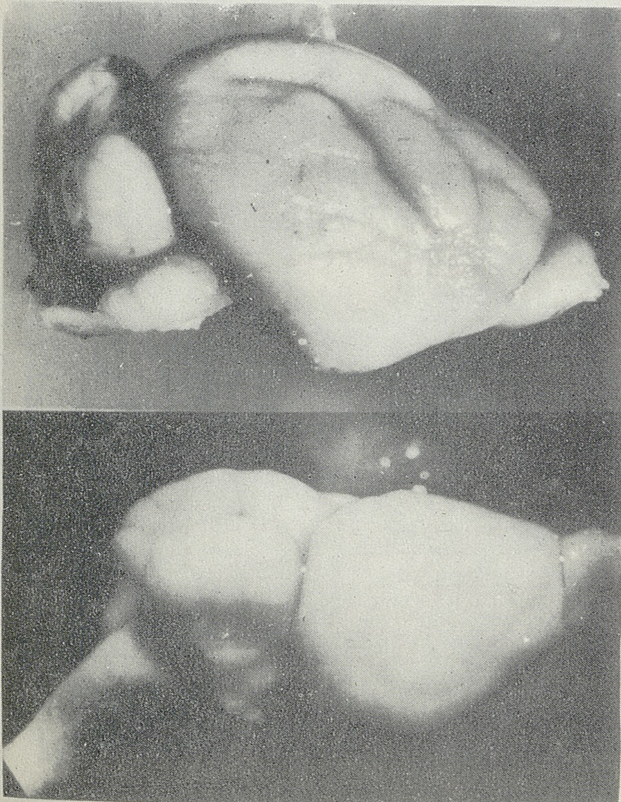


Fig. 14.- Vista lateral del encéfalo
arriba: *Desmodus rotundus*
abajo: *Lasiurus cinereus*



Fig. 15.- Modelo de los sistemas de las fibras neopaliales en:
arriba: *Desmodus rotundus*
abajo: *Histiotus montanus*

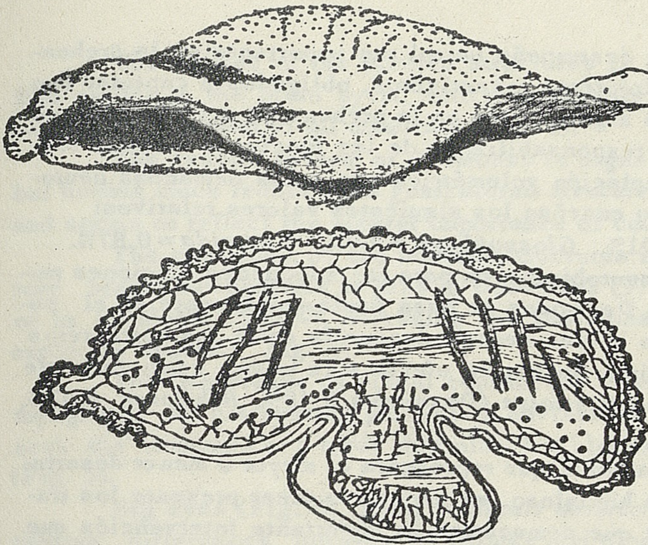


Fig. 16.- Lengua de *Desmodus rotundus*.
arriba: vista lateral
abajo: corte transversal

acuerdo con el esquema clásico excitan los estímulos pertinentes a las terminaciones nerviosas vicerosensoriales de epiglotis, fauces y partes posteriores de la lengua, generando un impulso que es vehiculizado por el nervio glosofaríngeo (IX) hasta el ganglio petroso. De aquí penetra al bulbo raquídeo por las fibras del tracto solitario, cuyo núcleo alcanza efectivamente en *Desmodus* niveles altos (0,51%), sobrepasando a los mismos centros en *Histiotus* (0,44%) (Fig. 17). La realidad de esta relación que enlaza la exaltada función lingual con el incremento del núcleo sensorial del nervio glosofaríngeo se hace muy aparente también en el caso del nectarívoro murciélago *Glossophaga*, que supera aún a *Desmodus* en volumen de este núcleo (0,66%), situación que refleja la enorme importancia de los estímulos linguales tactiles y gustativos para un quiróptero que debe explorar con la lengua el fondo de las corolas florales que le proporciona su alimento.

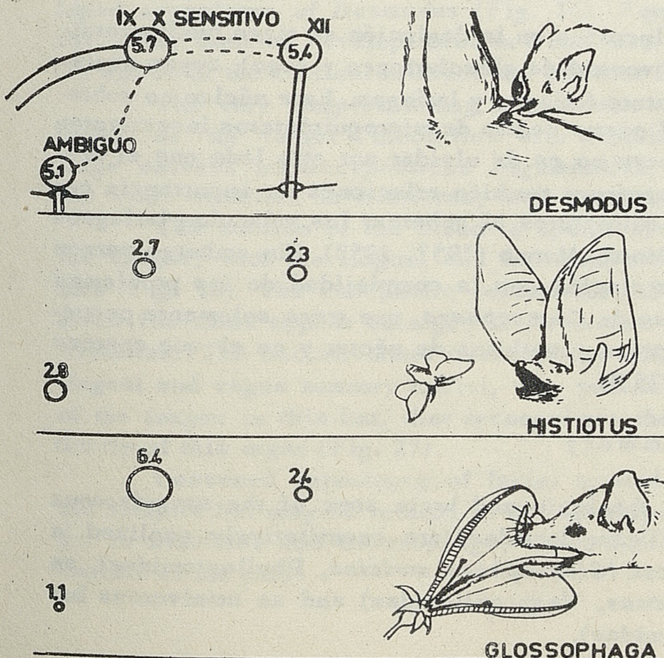


Fig. 17.- Desarrollo relativo de los mecanismos sensoriales y motores de la función lingual en tres quirópteros

La musculatura facial, que desempeña un rol tan importante en la prehensión de las víctimas para microquirópteros insectívoros, obligados a capturar con los labios, realiza un rol muy poco significativo en la prehensión del alimento por *Desmodus*. El nervio facial (VII), responsabilizado de las funciones motoras respectivas mantiene una sugestiva relación volumétrica con estas demandas neurobiológicas mayores o menores como enseñan los siguientes valores relativos: *Desmodus* = 0,43%, *Histiotus* = 0,91%, *Glossophaga* = 0,9%, *Tadarida* = 0,87%.

La complicada regulación neurobiológica para las adecuadas funciones motoras en la musculatura lingual de *Desmodus* se basa fundamentalmente en el poderoso nervio hipogloso (XII) cuyo núcleo central descuella entre los quirópteros por su considerable volúmen relativo. Supera en efecto a la misma estructura de microquirópteros insectívoros como *Histiotus* (*Desmodus* 0,48%, *Histiotus* 0,37%, *Tadarida* 0,38%).

Al juzgar el significado funcional que representa el mayor o menor desarrollo del núcleo principal del nervio hipogloso, es necesario tener presente los trabajos de Motta Mano (1951, 1952) que demuestran la importante intervención que desempeña el nervio XII en la contracción del músculo hioglosso, instrumental para la emisión de ultrasonidos en los quirópteros, esfera de acción que podría explicar su volumen relativamente grande en microquirópteros insectívoros.

También al núcleo motor del nervio trigémino cabe intervención en la succión de sangre de *Desmodus* como rector del músculo miohioídeo, cuyas contracciones colaboran en este proceso.

El peligro del atragantamiento planteado para *Desmodus* por la ingestión de alimento líquido ha encontrado satisfactoria solución con el levantamiento del tubo laríngeo, que alcanza franca posición intranarial durante la deglución. La sangre se desliza entónces hacia el esófago corriendo por ambos lados de la laringe y sin pasar en ningún momento por encima de su aditus (Fig. 18). Al mismo tiempo que se evitan con ello accidentes por atragantamiento se franquea también el paso al libre juego respiratorio durante el tragado ininterrumpido, condición fundamental para *Desmodus* que debe absolver necesariamente a la brevedad la fase de ingestión para disminuir los peligros consecutivos a reacciones defensivas de la víctima.

Las funciones motoras involucradas en la deglución se rigen fundamentalmente por el núcleo ambiguo (motor ventral de glosofaríngeo y vago), cuyas neuronas envían axones hacia la musculatura faríngea y laríngea. Este núcleo no sobrepasa sin embargo en *Desmodus* al mismo centro de microquirópteros insectívoros (*Desmodus* 0,45, *Histiotus* 0,45); pero no es de olvidar por otro lado que el desarrollo del núcleo ambiguo debe mantener también relaciones de importancia con la emisión de ultrasonidos en los quirópteros al gobernar los músculos laríngeos crico - aritenoídeos como postula Motta - Manno (1951, 1952). Sin embargo parece mentener en su volumen cierta correlación con la complejidad de los problemas inherentes a la deglución en el caso de *Glossophaga*, que traga solamente pequeños artrópodos de cuerpo blando, polen y sorbitos de néctar y en el que aparece este mismo núcleo muy pequeño (0,25 %).

Summary

A number of structures in the brain and brain stem of the sanguivorous vampire bat *Desmodus rotundus* (Desmodontidae) are cuantitatively analized in comparison with a nectarivorous bat (*Glossophaga soricina*, Phyllostomidae), an insectivorous bat (*Histiotus montanus*, Vespertilionidae) and an omnivorous bat (*Phyllostomus hastatum*, Phyllostomidae).

The volume of the studied structures is expressed as relation of a specified sector in the brain syem, which represents a non specialized, primitive and basic area, common to all mammals (Fig. 1).

The acustic system of *Desmodus* is organized as that of other bats (Fig.2), but beeing much reduced his *geniculatum mediale* is relatively much bigger (Fig.3) and seems to reflect the greater importance of cortical functions in *Desmodus*.

The proportion of the acustic structures in relation to the visual and olfactory brain mechanisms is less in *Desmodus* (37,7%) than in *Glossophaga* (41,4%) or in *Histiotus* (56,0%), stressing the functional significance of h ese different exploring systems (Fig. 4).

The importance of visual contact for *Desmodus* is quite apparent when the topography of his hunting grounds is envisioned, where this bat is often forced to seek the mammals and birds that offer his bloody meals at distances over 20 Km., (Fig. 5).

Big eyes (Fig. 6), great *colliculi anteriores* and large *pretectal nuclei* establish differences between *Desmodus* and other bats (Fig. 7). A well developed occipital pole of the cortex marks another striking feature in *Desmodus* (Fig. 8). The pathways for optical reflexes to the *nigra, incerta, nucleus lateralis tegmenti* and the *medulla* are large (Fig. 9). The control of eye muscles through N. III and IV is based on nuclei which more than double the same structures in *Histiotus*.

Even the developement attained by the visual structures in *Desmodus* can not explain his accomplishments in localizing hidden prey as fowl in bamboo cages (Fig. 10), which could be found only through olfactory stimuli. The olfactory apparatus of the vampire bat attains great volume and complexity if compared with insectivorous forms (*Histiotus*) (Fig. 11 and 12). In *Phyllostomus hastatum*, an omnivorous bat that captures even little mammals on the ground of dense amazonian forests, the *bulbi olfactorii* reach even greater volumes than in *Desmodus*.

The very dangerous activities in which the vampire bat has to engage during his biting of the prey offer in each case new and yet unknown problems. These cannot be solved through diencephalic or striatal mechanisms but require instead complex cortical responses, which may be elaborated in the extraordinarily developed neopallium of *Desmodus* (Fig. 14). Equally striking as the difference between the cortical developement in *Desmodus* and other microchiropters are also teh extent of the cortical afferent and efferent fiber systems (Fig. 15).

The very complex biting mechanisms of *Desmodus* have to be delicately tuned so as to get a blood flow with a minimum disturbance of the prey. A very large *nucleus mesencephalicus trigeminalis*, which doubles in relative volume the same structure in *Histiotus*, may be of inportance in solving this problem.

The suction of the blood is operated through latero - ventral channels of the tongue, with the lingual and faringeal musculature acting as suctioning motors (Fig. 16). The encephalic centers for the corresponding lingual sensory and motor functions appear enlarged in *Desmodus* if compared with the insectivorous *Histiotus*. The nectativorous *Glossophaga* offers instead even bigger glossopharingeal and vagus sensory nuclei, very probably related to the exploring function of the tongue in this bat, that reconnoiters the interior of flowerscalices through the tip of this organ (Fig. 27).

Lessened importance of facial musculature in the prehension of food in the vampire bat may be related to the developement of this nucleus which is bigger in *Histiotus* and *Glossophaga*, where facial musculature is paramount in the capture of the prey.

The very peculiar and complex problems of blood ingestion, with the danger of choking are solved through complicated mechanisms of the faringeal musculature, whose motor nucleus (ambiguus) is larger in *Desmodus* (Fig. 28) and *Histiotus* than in *Glossophaga*.

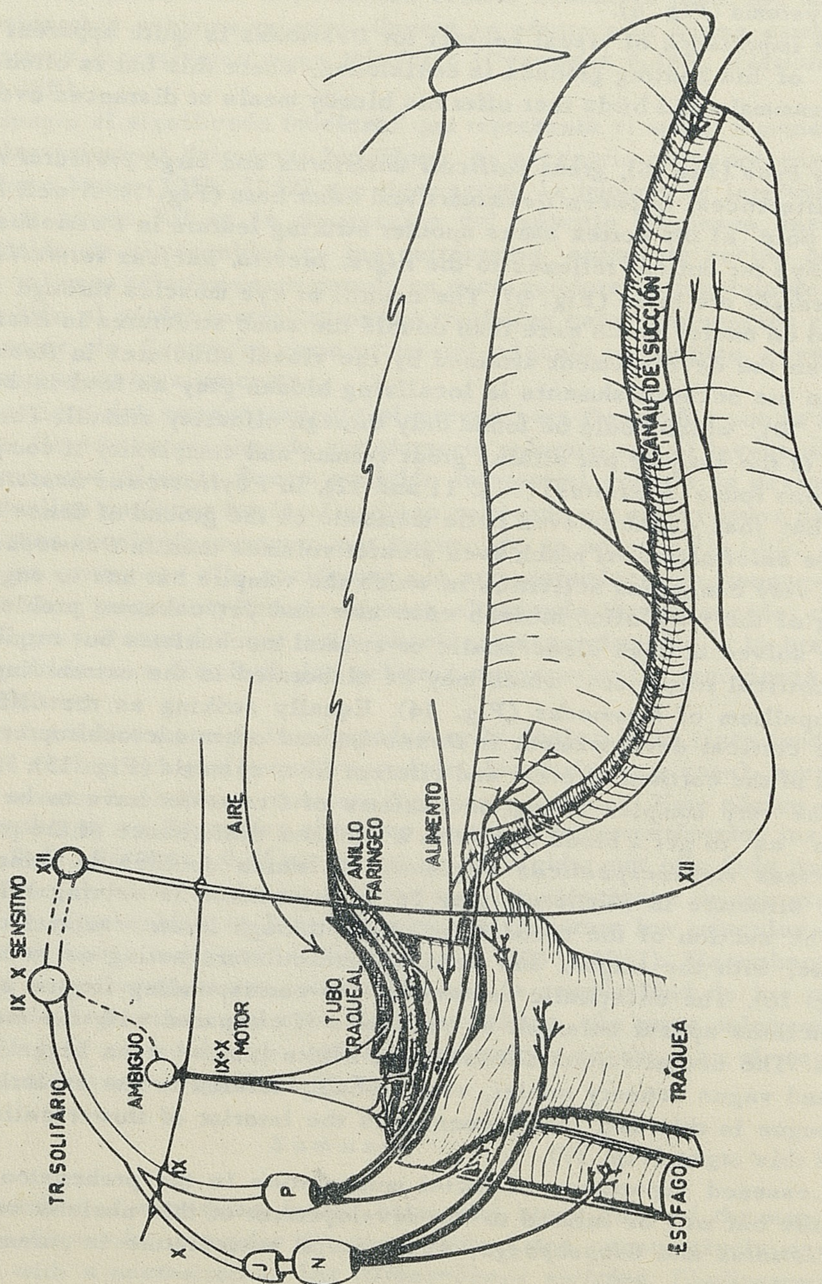


Fig. 18.- *Desmodus rotundus.* Esquema de la región bucofaríngea con sus mecanismos de inervación.

Referencias bibliográficas

DIJKGRAAF, S

1946. Die Sinneswelt der Fledermaeuse. Experientia. 2: 438 - 448

DRAESEKE, J.

1903. Ueber einen bisher nicht beachteten Nervenkern (Hofmann Koelliker) im Rueckenmark von Chiropteren. Anat. Anz., 23: 571- 576. Jena.

FUSE, G.

1916. Die Organisation und der Verlauf der acustischen Bahnen. Arb. Hirnanat. Inst. Zuerich 10: 61 - 94. Zuerich.

1919. Innerer Aufbau der zentralen acustischen Bahnen. Arb. Anat. Inst., Sendai 1919: 275 - 384.

1920. Ein Beitrag zur Anatomie der centralen acustischen Bahnen beim fliegenden Hunde(*Pteropus pselaphon*). Arb. Anat. Inst., Sendai 1920: 71 - 74.

1922. Beitraege zur mikroskopischen Anatomie des Truncus cerebri. Arb. Anat. Inst., Sendai, 1922: 1 - 64.

1926. Vergleichend - anatomische Beitraege zur Kenntnis ueber die sog. obere, zweite oder proximale Pyramidenkreuzung. Arb. Anat. Inst., Sendai 1926: 47 - 92.

GRASSE, P.

1955. Ordre des Chiropteres. Traité de Zoologie. XVII - 2. Paris.

GALAMBOS, R. y D. R. GRIFFIN

1942. Obstacle avoidance by flying Bats. J. Exper. Zool. 89: 475 - 490.

GRIFFIN, D. R. y A. NOVICK

1955. Acoustic orientation of neotropical Bats. J. Exp. Zool. 130: 251 - 294.

GRIFFIN, D. R. y R. GALAMBOS

1941. The sensory Basis of obstacle avoidance by flying Bats. J. exp. Zool. 86: 481 - 506.

HOFMAN, F.

1908. Die obere Olive der Saeugetiere nebst Bemerkungen ueber die Lage der Cochlearisendkerne. Arb. Neurol. Inst., Wien, 14: 76 - 328.

KAPPERS, C. U. A., G. S. HUBER y E. C. CROSBY.

1936. The comparative anatomy of the nervous system of vertebrates, including man. New York, (Macmillan).

LE GROS CLARK, W. E.

1932. A morphological study of the lateral geniculate body. Brit. J. Ophthalm., 16: 264 - 284. London.

MANN, G.

1951. Biología del vampiro. Biológica Nº 12 - 13: 3 - 24. Santiago de Chile.

1951. Selva, Sabana y Cordillera en Bolivia. Santiago de Chile.

MERZBACHER, L.

1903. Untersuchungen ueber die Funktion des Centralnervensystems der Fledermaus. Pfluegers Arch. Physiol. 96: 572 - 600. Berlin

MOTTA MANNO, G.

1952. Esperienze per l'individuazione dell'organo produttore degli ultrasuoni nei Pipistrelli mediante lo studio del volo cieco. Note I a IV Boll. d. Soc. Ital. Biol. Sperim. 28: 862, 865, 1164 e 1167. Idem. Note V p. 207 - 209.

SCHNEIDER, R.

1957. Morphologische Untersuchungen am Gehirn der Chiroptera (Mammalia). Abh. senkenb. naturf. Ges. 495: 1 - 92. Frankfurt a. M.

SPALLANZANI, L.

1794. Lettere sopra il sospetto d'un nuovo senso nei Pipistrelli. "Le opere di Lazaro Spallanzani", 3. U. Hoepli, Milano

VILLA, B.

1957. El acto de tomar la sangre en murciélagos hematófagos (Fam. Osmodontidae). An Inst. Biol. Univ. Mex. 28: 349 - 343.

ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE EL CONCEPTO DE ESPECIE EN LOS ANFIBIOS

POR

LUIS F. CAPURRO S.

Centro de Investigaciones Zoológicas de la Universidad de Chile

No hay duda alguna que uno de los cambios más trascendentes en el campo de la Biología actual ha sido considerar a las especies como sistemas dinámicos.

El concepto clásico de especie basado en un criterio tipológico, o sea, de descripción de las características morfológicas y cuyo resultado se expresaba fundamentalmente en la conservación de ejemplares - tipos en los museos, llevó a caracterizar las diversas especies de anfibios atendiendo a características somáticas tales como: forma de la cabeza, del hocico y de la lengua, ubicación de las narinas, magnitud del espacio interorbitario, desarrollo del tímpano, longitud de los dedos, presencia o ausencia de glándulas y al uso de algunos indices como ser: narinas - ojos/narinas - punta del hocico, articulación tibio - tarsal/ longitud del cuerpo, etc.

Este criterio tipológico ha ido cediendo el paso a un concepto más dinámico, basado en un criterio poblacional o biológico según el cual las especies son poblaciones polimórficas, o sea, que contienen genotipos diferentes y que, en consecuencia, muestran diferencias fenotípicas de diferente magnitud. Este polimorfismo, primera etapa en el proceso de diversificación, es el resultado, en primer lugar, de dos procesos: la mutación y la recombinación génica y, en menor grado, de las migraciones y del tamaño de la población (genetic drift).

Cuando una especie coloniza nuevos nichos ecológicos, la selección natural pone a prueba el valor adaptativo de ciertos alelos lo que hace variar la frecuencia génica de cada población y, en consecuencia, su estructura morfológica y fisiológica dando lugar a modificaciones pequeñas, apreciables sólo a través de un estudio estadístico de la variabilidad, o bien, a fisonomías locales a veces de importancia sistemática.

Tenemos en Chile un ejemplo magnífico en el anfibio anuro *Pleurodema bibroni*, especie de gran valencia ecológica que ocupa los ambientes más variados desde Copiapó hasta Aysén.

Cei (1958) tuvo oportunidad de estudiar estadísticamente diversas poblaciones de esta especie, que viven a lo largo de Chile: Copiapó, La Serena, Vicuña, Santiago, Lo Valdés, Aysén y llegó a conclusiones que muestran claramente la gran variabilidad genotípica que caracteriza a estas poblaciones en lo relativo al tamaño, forma de la cabeza, posición de las narinas, posición de los ojos, dimensiones del tímpano, proporciones de las extremidades anteriores y posteriores y tamaño de la glándula lumbar. (Cei 1958, gráficos Nº 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11 y 12).

En lo que respecta al tamaño vemos que las hembras sobrepasan a los machos lo que constituye un caracter sexual secundario, sin embargo, el análisis realizado en la población de Copiapó no revela diferencias de valor estadístico en el tamaño de ambos sexos. Los gráficos muestran además, que hay un aumento de tamaño en ambos sexos, en las poblaciones que viven en regiones frías, tanto de la selva pluvial austral (Cautín, Aysén), como de la cordillera de los Andes (Lo Valdés).

Capurro (1957) y Cei y Capurro (1958) estudiaron los patrones de coloración en diversas poblaciones de *Pleurodema bibroni* y encontraron que el patrón estría clara vertebral que no está representado en las poblaciones de Copiapó, Vallenar y Lo Valdés y que alcanza frecuencias que oscilan alrededor del 4% en las de Santiago y Vicuña, y de 15,7% en la de La Serena, llega a frecuencias del orden del 20% en las poblaciones de Caburgua y Aysén y del 26,8% en la del bosque relicto de Quintero. Parece ser, en consecuencia, que este genotipo tiene cierto valor adaptativo en las poblaciones que viven en ambientes de selva, lo que se ve refrendado por el hecho de que los porcentajes más altos se encuentran en las poblaciones del bosque relicto de Quintero, habitat especializado, también de tipo de selva valdiviana, y en condiciones de relativo aislamiento geográfico; en cambio su valor sería nulo en las poblaciones que viven en el bofedal cordillerano (Lo Valdés) y en los valles enclavados en el desierto (Copiapó, Vallenar). Estos resultados encontrarían confirmación en lo que ocurre con otra especie chilena del mismo género, *Pleurodema bufonina*, que convive con *P. bibroni* en Chiloé y Aysén y que la sustituye en el extremo austral de Chile y en la que el patrón estría vertebral alcanza una frecuencia de 64%.

Las observaciones de Cei se refieren también a características fisiológicas y etológicas tales como el comportamiento en cautividad, la vibración sexual preventiva (warning vibration) y las características del ciclo sexual. Este parece ser contínuo o casi contínuo en el norte y centro de Chile pues la respuesta de las hembras a la implantación hipofisiaria es positiva aún en otoño e invierno. En Copiapó, La Serena y Vicuña los individuos están en reproducción en el mes de Julio, en Santiago comienzan su actividad sexual ya en Agosto y la mantienen durante varios meses. En cambio las poblaciones de Aysén realizan su actividad reproductiva en los meses de Marzo y Abril.

Todo esto parece indicar que es posible que si un taxónomo extranjero recibiera unos pocos individuos de dos poblaciones de ambientes muy diferentes tales como el valle del río Copiapó y los bofedales cordilleranos de Lo Valdés, podría llegar a identificarlos como categorías sistemáticas diferentes por existir aparentemente varios caracteres diferenciales.

Parece ser que el elevado polimorfismo de las poblaciones chilenas de *Pleurodema bibroni* tiene, por el momento, el significado de evolución infraespecífica. Se trataría de la etapa inicial de un proceso genético que podría llevar, luego, a la segregación de razas geográficas y, en seguida, de especies.

En colaboración con Rosenman hemos realizado en nuestros laboratorios fecundaciones artificiales entre individuos de diferentes poblaciones tales como Vicuña con Santiago, Santiago con Lo Valdés, etc., obteniendo un alto porcentaje de éxito. Si bien en estos ensayos hemos obtenido sólo F1, ello nos da una base para pensar que se trata aún de sistemas genéticos abiertos, capaces de intercambiar genes, o sea, de poblaciones más o menos aisladas geográficamente pero no sexualmente.

Otro camino que se ha seguido para lograr un enfoque más dinámico del concepto de especie es el camino bioquímico. Se sabe que la individualidad biológica, desde el punto de vista bioquímico está determinada fundamentalmente por dos tipos de macromoléculas:

a.- las proteínas, materiales de construcción fundamentales del protoplasma, y
b.- los ácidos nucléicos, que representan los planos de construcción de los seres vivientes encargados de organizar los materiales químicos aportados por el medio.

Esto ha planteado la necesidad de determinar qué características sisté-

máticas son evaluables a nivel molecular y macromolecular. La solución de este problema requiriría el uso de técnicas que permitieran separar estas sustancias específicas cuando se encuentran formando parte de una mezcla compleja. Estas técnicas parecen ser, por el momento, la cromatografía de partición sobre papel y la electroforesis sobre papel.

Desde hace algún tiempo y en colaboración con Francisco Silva, hemos utilizado la técnica cromatográfica, tanto uni como bidimensional, en el estudio de aspectos sistemáticos en los anfibios chilenos, utilizando como solventes: 1.- n-butanol-ácido acético-agua y 2.- Fenol-agua y como revelador una solución alcohólica de ninhidrina.

I.- Hemos sometido a análisis cromatográfico unidimensional extractos de órganos somáticos tales como músculo estriado e hígado y extractos testiculares de dos especies del género *Bufo*:

a.- *Bufo spinolosus*, de la que hemos usado individuos procedentes de una población de los alrededores de Santiago (Chile).

b.- *Bufo arenarum*, de la que utilizamos individuos pertenecientes a dos poblaciones argentinas, una proveniente de los alrededores de Mendoza y otras de los alrededores de Córdova.

Los resultados de estos experimentos se pueden resumir en dos puntos principales:

1) Los cromatogramas revelan una extraordinaria identidad bioquímica en los extractos de tejidos somáticos de los individuos de las dos poblaciones de *B. arenarum* estudiados, en cambio ponen en evidencia claras diferencias entre los patrones cromatográficos de los extractos de tejidos somáticos de las dos especies analizadas.

Estos resultados reafirman la idea de Buzzatti-Traverso de que hay individualidad metabólica en individuos genéticamente distintos, individualidad que es altamente independiente de la dieta y de otros factores del medio. (Capurro y Silva 1959 a., fig. 1).

2) La aplicación de técnicas cromatográficas a extractos testiculares dan resultados más pobres pero igualmente interesantes, en efecto, muestran diferencias no sólo entre los extractos de las dos especies analizadas sino también entre los individuos de las dos poblaciones de *B. arenarum*, las que podrían corresponder a variaciones en las frecuencias génicas de las citadas poblaciones y que no han afectado aún al genotipo como un todo integrado, de allí que no se aprecien diferencias en los patrones cromatográficos obtenidos a partir de extractos de tejidos somáticos y haya, en cambio, sospechosas diferencias en los patrones correspondientes a los extractos testiculares de los individuos de ambas poblaciones (Capurro y Silva 1959 a., fig. 2).

II.- La aplicación de técnicas cromatográficas unidimensionales a extractos musculares de individuos de dos poblaciones de *Pleurodema bibroni*, una de los alrededores de Santiago (Macul Alto) y otra de Lo Valdés (Cordillera central) y a individuos de una población de Aysén de *Pleurodema bufonina* nos ha llevado también a conclusiones de interés: (Capurro y Silva 1959 b, fig. 1).

1) Los individuos de las dos poblaciones de *Pleurodema bibroni* poseen un patrón cromatográfico semejante siendo sólo posible reconocer diferencias cuantitativas entre ellas pese a su aislamiento geográfico y a las diferencias biométricas puestas en evidencia por Cei (1958).

2) Los patrones cromatográficos de las dos especies analizadas obedecen a un plan estructural bioquímico muy semejante, lo que estaría indicando el estrecho parentezco que existe entre ambas. Esto está de acuerdo con la gran semejanza morfológica que existe entre ambas especies, a pesar del gran polimorfismo de

P. bibroni. Podría suponerse que aunque ambas especies se superponen en la región de Aysén, *bufonina* haya derivado de *bibroni* como consecuencia de un proceso de selección que llevó a la formación de un genotipo más adaptativo frente a las condiciones ambientales que se dan en el extremo austral de nuestro país, región donde *bufonina* termina por reemplazar totalmente a *bibroni.*

III.- Por último hemos aplicado las técnicas cromatográficas al estudio comparativo de las secreciones de las glándulas parótidas de dos especies chilenas del género *Bufo*:

a.- *Bufo spinolosus*, de la que utilizamos una población de la región central de nuestro país, y

b.- *Bufo variegatus*, de la cual contamos con una pequeña población de 10 individuos colectados en la zona del volcán Antillanca (Osorno).

1) En efecto, ya los patrones cromatográficos unidimensionales tanto ascendentes como descendentes muestran diferencias bastante apreciables entre las secreciones de las dos especies estudiadas (Capurro y Silva 1959 c, fig. 1, 2, 3).

2) La cromatografía bidimensional lleva a resultados que no dejan lugar a dudas con respecto a la individualidad bioquímica de la secreción de las parótidas de las dos especies consideradas (Capurro y Silva 1959 c, fig. 4).

3) Los resultados logrados al revelar con solución alcoholica de ninhidrina se ven ampliamente corroborados por aquellos que se logran revelando con luz ultravioleta de 2.537 Aº de longitud de onda y con cloruro antimónico al 15% disuelto en cloroformo. En ambos casos el patrón de *spinolosus* aparece mucho más rico que el de *variegatus*. (Capurro y Silva 1959 c, fig. 5).

Estos tres ejemplos de los resultados de la aplicación de métodos cromatográficos al estudio de problemas taxonómicos en anfibios anuros revelan, a nuestro entender, la individualidad bioquímica específica gobernada genéticamente, que caracteriza a cada una de las especies estudiadas.

No creemos que los métodos cromatográficos puedan resolver por sí solos el problema de las relaciones filogenéticas, pero creemos sí que utilizados con propiedad a medida que se vayan solucionando y mejorando los problemas que su aplicación entraña, podrían llegar a ocupar en la Sistemática Moderna una posición preponderante como método de trabajo capaz de revelar claramente la individualidad del genotipo.

Otro aspecto del enfoque bioquímico del concepto de especie lo constituye el camino serológico. Desde los trabajos de Nuttal se ha inferido el grado de parentezco de dos especies o grupos taxonómicos mayores por la cantidad de precipitación producida al poner en contacto extractos de proteinas homólogas con un mismo antisuero. Sin embargo, el método adolece del defecto de juzgar como un todo a un conjunto de antígenos de complejidad variable. Nos pareció, en consecuencia, necesario buscar un método más preciso y que permitiera definir el grado de parentezco en función cualitativa además de cuantitativa.

Pues bien, si el método se aplica usando un medio gelificado de agar en cápsulas de Petri se hace además cualitativo. En esta forma y en colaboración con M. Rosenman y G. Hoecker lo aplicamos al estudio de 3 poblaciones de *Bufo spinolosus* que viven en tres ambientes diferentes a lo largo del territorio nacional: el valle del río Copiapó en la zona norte, las quebradas de Zapallar en la zona central y los bosques de los alrededores de Concepción en la zona sur, poblaciones que representan fisonomías locales bastante diferentes.

Los resultados logrados no establecen diferencias cualitativas entre los complejos antigénicos de los individuos de las tres poblaciones analizadas, siendo posible establecer sólo algunas diferencias de caracter cuantitativo que no

modifican a nuestro juicio la identidad antigénica. En qué medida estas diferencias cuantitativas constituyen un elemento de juicio de importancia taxonómica es difícil de decidir al presente.

Llama la atención la falta de polimorfismo que se observa en los antígenos del suero, y también de extractos de hígado de individuos de poblaciones de *Bufo spinolosus* con una separación geográfica y climática tan grande como la que existe entre Copiapó y Concepción y pese a existir diferencias fenotípicas marcadas.

Deberíamos concluir que, o bien el método no es capaz de detectar diferencias a niveles subespecíficos o es necesario trabajar con un número mayor de antígenos preparados a partir de otras estructuras como ser la piel, los testículos, etc.

Estos resultados contrastan con aquellos que obtuvimos cuando sometimos a test, por el mismo método, suero de *Bufo spinolosus* y suero de *Bufo arenarum* frente al mismo suero de conejo anti-*Bufo spinolosus*, experimentos en los cuales se ve claramente que aunque tienen antígenos comunes, el total de lo que podría llamarse la clave antigénica es diferente. Los resultados fueron aun más espectaculares cuando se sometieron a test suero de *Bufo spinolosus* y suero de *Pleurodema bibroni*, pertenecientes no sólo a géneros sino a familias distintas.

Los hechos que hemos expuesto en relación con estos enfoques modernos del concepto de especie aplicados a los anfibios, nos llevan a una conclusión que es de caracter general: "las especies son poblaciones de animales o vegetales vivientes, que están sometidas a condiciones variables de equilibrio mutuo y de equilibrio con los factores del medio, son entidades que varían en el espacio y en el tiempo debido fundamentalmente a mutaciones y recombinaciones de sus propios genes bajo el influjo omnipresente de la selección natural".-

Resumen

En este trabajo se hace un análisis de la aplicación del moderno concepto de especie a los anfibios anuros.

Este análisis se hace sobre la base de los resultados obtenidos a través de tres caminos experimentales de aproximación al problema:

1.- Estudio estadístico de poblaciones de una misma especie que viven en nichos ecológicos diferentes.

2.- Aplicación de métodos de cromatografía de partición sobre papel con el objeto de determinar qué características sistemáticas son susceptibles de ser evaluadas a nivel molecular o macromolecular.

3.- El camino serológico a través de la aplicación del método de precipitación en medio gelificado.

Summary

This work presents an analysis of the application of the modern species concept to anuran amphibians.

This analysis is based on results obtained by means of three experimental approaches to the problem:

1.- A statistical study of physical characteristics of populations of the same species, which live in different ecological niches.

2.- Application of paper chromatography partition methods with the object of determining systematic characteristics which are susceptible to evaluation at molecular or macromolecular levels.

3.- The serological approach by the application of methods of precipitation in gelled medium.

Referencias bibliográficas

CEI, J. M. y L. CAPURRO. 1957. La distribución de los patrones de coloración en *Pleurodema bibroni* en relación con la distribución geográfica y el habitat. Inv. Zool. Chil., 3: 156 - 161.

CEI, J. M. 1958. Polimorfismo y distribución geográfica en poblaciones chilenas de *Pleurodema bibroni* Tschudi. Inv. Zool. Chil., 4: 300 - 327.

CAPURRO, LUIS. 1958. Lista preliminar de los anfibios chilenos y breves apuntes sobre su distribución y biología. Inv. Zool. Chil., 4: 289 - 299.

CAPURRO, L. y F. SILVA. 1959 a. La cromatografía de partición sobre papel en la investigación de los lazos filogenéticos en especies del género *Bufo*. Inv. Zool. Chil., 5: 31 - 39

1959 b. Estudios cromatográficos en especies y poblaciones del género *Pleurodema* Tschudi. Inv. Zool. Chil., 5: 97 - 101.

1959 c. Valor taxonómico del estudio cromatográfico del veneno de las parótidas de *Bufo spinolosus* y *Bufo variegatus*. Inv. Zool. Chil., 5: 189 - 197.

ROSENMAN, M., L. CAPURRO y G. HOECKER. 1960. Aplicación de métodos de precipitación en medio gelificado a la resolución de problemas filogenéticos en el género *Bufo*. Inv. Zool. Chil., 6

INVESTIGACIONES ZOOLOGICAS CHILENAS

Publicación del Centro de Investigaciones Zoológicas de la Universidad de Chile

Director: Guillermo Mann F.
Editor: Nibaldo Bahamonde N.
Casilla 10135 - Santiago de Chile

Instrucciones a los autores:

"Investigaciones Zoológicas Chilenas" recibe para su publicación artículos en Castellano, Alemán, Francés, Inglés, Italiano, Latín y Portugués, que traten materias relacionadas con la Zoología o ciencias afines.

Se recomienda a los autores tener en consideración lo siguiente:

1.—Los trabajos deben ser dactilografiados **en un solo lado con espacio doble en hojas tamaño carta.** En lo posible serán enviados en duplicado.

2.—La redacción debe hacerse en lenguaje claro y conciso, debiendo incluirse al final **un resumen en Castellano e Inglés,** por lo menos.

3.—Una vez iniciada la composición tipográfica no se aceptarán modificaciones en el texto.

4.—El material gráfico destinado a la confección de clisés figurará en hojas aparte. Los dibujos deberán ser en lo posible de punto y raya en tinta china negra y el autor debe señalar en el texto los lugares en los cuales han de ubicarse. En cada dibujo o fotografía debrá anotarse: el nombre del autor, el título del trabajo y los números de las figuras o fotografías y cualquier otra indicación sobre tamaño del clisé. Todo esto deberá ser escrito suavemente con lápiz. Las fotografías deberán ser nítidas.

5.—La revisión de las pruebas, salvo deseo expreso del autor, será a cargo de la Redacción de la Revista.

6.—El autor recibirá gratuitamente 50 apartados de su trabajo. Mayor cantidad puede ser solicitada por el interesado, que pagará el excedente a precio de costo.

7.—Sólo se aceptarán trabajos originales inéditos. En casos especiales, previo acuerdo del Comité de Redacción, podrán aceptarse traducciones de trabajos publicados en el exterior, cuya importancia justifique su reimpresión.

8.—Las referencias bibliográficas se indicarán en el texto con el nombre del autor y el año de publicación. Cada una de ellas deberá incluir el apellido completo del autor y las iniciales del nombre. Los nombres de los coautores se ordenarán colocando primero las iniciales del nombre seguidas del apellido. La fecha deberá aparecer próxima al nombre del autor, pero en la línea siguiente, acompañada por el título completo de la publicación. La editorial, ciudad y números de páginas a que corresponde la cita deben agregarse en el caso de los libros.

Si se trata de artículos aparecidos en revista se indicará el volumen con números árabes subrayados, el fascículo con un número colocado entre paréntesis a continuación del primero y luego las páginas mencionadas, precedidas de 2 puntos.

La lista de referencias se ordenará alfabéticamente por autores al final del trabajo. Se utilizará las abreviaturas contempladas en el "World List of Scientific Periodicals".

Ejs. HARVEY, H. W.
1955. The chemistry and fertility of sea waters. Cambridge University Press. p. 224.

DILWYN.S.D.
1936. The southern species of the genus **Euphausia.** Discovery tRept., 14 : 193-323.

MILLER, S. M.; H. B. MOORE AD K. R. KVAMMEN.
1953. Plankton of the Florida Current. I. General condition. Bull Mar. Sci. Gulf and Caribbean. 2 (3) : 465-485.

9.—Sólo los nombres de Géneros y categorías sistemáticas inferiores deben ir subrayados en el manuscrito.

SE OFRECE Y SE ACEPTA CANJE

Exchange with similar publications is desired.
On désire l'echange avec les publications congénéres.
Wir bitten um Austauch mit aehnlichen Fachzeitschriften.
Si desidera il cambio colle publicazioni congeneri,
Deseja-se a permuta com as publicacóes congéneres.

Imprenta del Centro de Investigaciones Zoólogicas - Av. José P. Alessandri 774 - Santiago